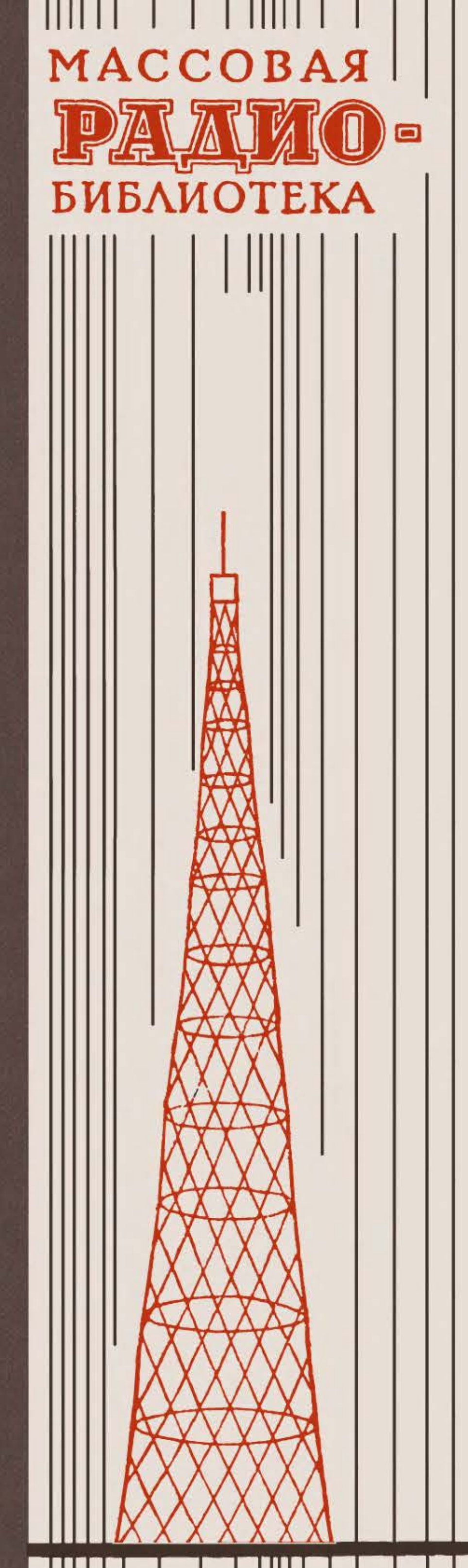
ЮНЫЙ РАДИОЛЮБИТЕЛЬ



В. Г. БОРИСОВ

ЮНЫЙ РАДИОЛЮБИТЕЛЬ



ГЭИ

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

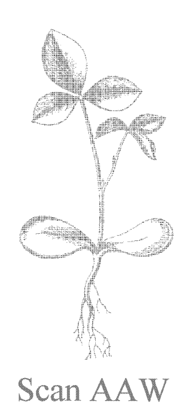
МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 224

В. Г. БОРИСОВ

ЮНЫЙ РАДИОЛЮБИТЕЛЬ

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ, ИСПРАВЛЕННОЕ
И ДОПОЛНЕННОЕ





ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1955 ЛЕНИНГРАД

Книга предназначается для широкого круга начинающих радиолюбителей. В форме популярных бесед она знакомит читателей с историей и развитием радио, с элементарной электротехникой и радиотехникой, с современным применением радиотехники. Книга содержит более 30 описаний конструкций, в том числе детекторных и ламповых приемников прямого усиления, усилителей низкой частоты, школьного радиоузла, супергетеродинных приемников, фотореле, учебно-наглядных пособий по радиотехнике, измерительных приборов и других радиотехнических устройств. В конце книги дан справочный материал.

Книга может быть использована в качестве практического пособия для кружков юных радиолюбителей, работающих по программам Министерства просвещения. РСФСР и аналогичным программам ДОСААФ.

Автор *Борисов Виктор Гаврилович*

ЮНЫЙ РАДИОЛЮБИТЕЛЬ

Редактор *Р. М. Малинин* — Техн. редактор *К. П. Воронин*

Сдано в набор 15/III 1955 г. — **Подписано к печати 21/V 1955 г.**

Т-04315 — Бумага 84×108 1/16 — 27,9 печ. л. — Уч.-изд. л. 33,2

Тираж 50000 экз. (1-ый завод 25000 экз). — Цена 14 р. 80 к. — Заказ 112.

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Советские школьники, окруженные повседневной заботой Коммунистической партии и Советского правительства, имеют все условия для успешной учебы в школе и разумного, увлекательного проведения часов досуга.

Хорошо оборудованные школы, Дворцы и Дома пионеров, станции юных техников, детские парки, стадионы, пионерские лагери, клубы — все это предоставлено советским школьникам и они не остаются в долгу перед Родиной: успешно осваивают основы науки, готовятся стать активными строителями коммунистического общества.

Многие школьники, мальчики и девочки, в свободное от учебы время с увлечением занимаются радиолюбительством. Бóльшая часть из них получает знания по радиотехнике в радиолюбительских кружках школ, Дворцов и Домов пионеров, станций юных техников, в радиокружках ДОСААФ.

Юные радиолюбители — это наиболее многочисленный отряд советского радиолюбительского движения, движения, охватывающего тысячи людей самых различных возрастов и профессий.

Занимаясь в радиокружках, школьники закрепляют и углубляют свои знания по физике, математике, черчению, учатся применять эти знания на практике, получают навыки в творческой и самостоятельной конструкторской деятельности, знакомятся с историей и достижениями передовой отечественной радиотехники.

Большое значение развитию радиолюбительства среди школьников придают Центральный комитет ВЛКСМ, Министерства просвещения РСФСР и других Союзных республик

Для успешной работы юных радиолюбителей нужна книга, в которой популярно излагаются элементарные сведения по радиотехнике в сочетании с практическими советами.

Первой такой книгой была книга «Юный радиолюбитель» А. Ф. Шевцова, вышедшая в 1937 г. и пользовавшаяся в то время большим успехом. А. Ф. Шевцов — известный популяризатор радиотехники и редактор первого радиолюбительского журнала, умер в 1945 г.

Мною, учеником А. Ф. Шевцова, была написана одноименная книга, выпущенная в 1951 г. Госэнергоиздатом в серии «Массовая радиобиблиотека». В своей практической части эта книга обобщала опыт школьных радиокружков и кружков юных радиолюбителей Центральной станции юных техников имени Н. М. Шверника, которыми я долгое время руководил. Некоторая часть материала после капитальной переработки была заимствована мною из книги А. Ф. Шевцова.

В течение 1951—1954 гг. Госэнергоиздат и Центральная станция юных техников имени Н. М. Шверника получили сотни отзывов об этой книге от школьников и руководителей радиокружков, а также взрослых начинающих радиолюбителей. Положительно оценивая ее в целом, читатели указывали на некоторые ее

недочеты, давали советы по ее улучшению, просили переиздать ее в дополненном виде.

Настоящая книга и является вторым, исправленным и дополненным, изданием книги «Юный радиолюбитель», в котором учтены многие пожелания, высказанные читателями в письмах и на конференциях юных радиолюбителей, проведенных в Московском городском доме пионеров и в Ленинградском дворце пионеров имени А. А. Жданова.

В новом издании увеличено число описаний сложных радиоконструкций, введены новые беседы, знакомящие читателей с массовыми промышленными радиоприемниками, с основами современного телевидения, звукозаписью, радиолокацией и некоторыми другими областями применения радиотехники.

Однако нужно сказать, что данная книга не содержит всех объяснений и советов, необходимых юным радиолюбителям. Она дает только элементарные знания по радиотехнике, является как бы введением в радиотехнику. Поэтому ограничиваться ею нельзя: нужно использовать и другие книги по радиотехнике, а также журнал «Радио». Списки радиолюбительских книг и брошюр мы приводим в конце каждой беседы.

Госэнергоиздат и автор выражают искреннюю благодарность всем читателям, приславшим свои отзывы, замечания и пожелания, а также организаторам и участникам читательских конференций по первому изданию книги «Юный радиолюбитель» и ждут отзывов и замечаний по данному изданию.

Письма просим направлять по адресу: Москва, Ж-114, Шлюзовая набережная, дом 10, Госэнергоиздат.

В. Борисов

Беседа первая

РАДИО — РУССКОЕ ИЗОБРЕТЕНИЕ

Каждый год 7 мая наша страна отмечает «День радио». Этот праздник установлен Советским правительством в память об одном из самых замечательных событий в истории русской науки и техники — дне рождения радио.

7 мая 1895 г. преподаватель электроминной школы в Кронштадте Александр Степанович Попов на заседании Русского физико-химического общества в Петербурге впервые в мире продемонстрировал изобретенный им радиоприемник.

Детство и юность изобретателя радио

Родился Александр Степанович Попов 16 марта 1859 г. на Северном Урале, в рабочем поселке «Туринский рудник» (ныне г. Краснотуринск). Там прошло и его детство.

Саша был трудолюбивым, смышленым и любознательным мальчиком. Его внимание постоянно привлекали всевозможные механизмы медного рудника. Наблюдая за их работой, Саша построил свой игрушечный «рудник», все механизмы которого приводились в действие водяным колесом, вращаемым течением небольшого ручейка.

Появившийся в то время электрический звонок глубоко заинтересовал двенадцатилетнего мальчика. С помощью знакомых инженеров рудника Саша сам смастерил электрический звонок и пару гальванических элементов. Соединив все это с отремонтированными им часами-ходиками, он соорудил «электрический будильник». Будильник работал исправно, доставляя немалое удовольствие Саше.

Получив среднее образование, Александр Степанович Попов поступил в 1877 г. на физико-математический факультет Петербургского университета.

Здесь его любимым предметом сделался курс электричества. Но университет не мог дать Попову больших знаний в этой области, так как наука об электричестве была в то время еще неразвитой, хотя практическая электротехника накопила уже немалый опыт. Зани-



А. С. ПОПОВ.

маясь в университете, Александр Степанович одновременно работал электротехником на строительстве первых в России электростанций, что помогало ему совершенствовать свои знания по электротехнике.

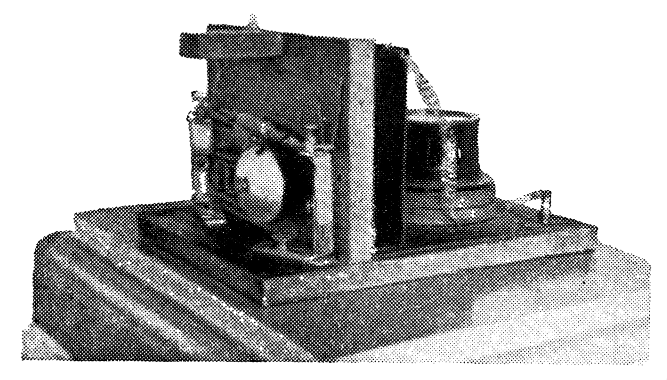
Рождение радио

Вскоре Александр Степанович стал крупным специалистом по практическому применению электроэнергии и в 1883 г. был приглашен преподавателем в электроминную школу в Кронштадте. Здесь, помимо преподавательской работы, он вел и научную работу — занимался изучением природы электрической искры, — миниатюрной молнии. В это время ученые уже знали, что с помощью электрической искры можно получать токи высокой частоты, создающие невидимые, не ощущаемые ни одним органом чувств человека электромагнитные волны. Было также известно, что эти волны распространяются в пространстве со скоростью, равной скорости света — 300 000 километров в секунду, и, встречая на своем пути электрические проводники, возбуждают в них токи высокой частоты. Однако никто из ученых не находил способов использования электромагнитных волн для практических целей.

В то время русский военный флот оснащался новой техникой. Флоту нужны были новые средства связи для преодоления морских просторов. И эту потребность Александр Степанович ощущал в полной силе.

Попов был не только выдающимся ученым, но и активным пропагандистом новых научных открытий. Он часто читал офицерам и матросам лекции и доклады о новом в электротехнике, сопровождая их демонстрацией приборов собственного изготовления.

Читая лекции об электромагнитных волнах и показывая опыты с электрической искрой, Александр Степанович выражал уверенность в возможности использования электромагнитных волн для сигнализации на расстоянии без проводов.



Первый радиоприемник А. С. Попова.

Он был русским человеком, любящим свою Родину, и поэтому, не щадя своих сил, искал это новое, еще невиданное средство связи, столь необходимое родному флоту.

Благодаря исключительной настойчивости и вере в свою идею после многолетнего упорного труда А. С. Попов изобрел прибор, способный принимать на расстоянии электромагнитные волны.

Этот прибор, являющийся первым в мире радиоприемником, А. С. Попов и демонстрировал 7 мая 1895 г. русским ученым на историческом заседании физического отделения Русского физико-математического общества. Источником электромагнитных волн были электрические искры, создающиеся специальным разрядником, построенным Поповым. Прием осуществлялся при помощи куска проволоки, подвешенного над землей и соединенного с прибором. Это была п е р в а я в м и р е а н т е н н а.

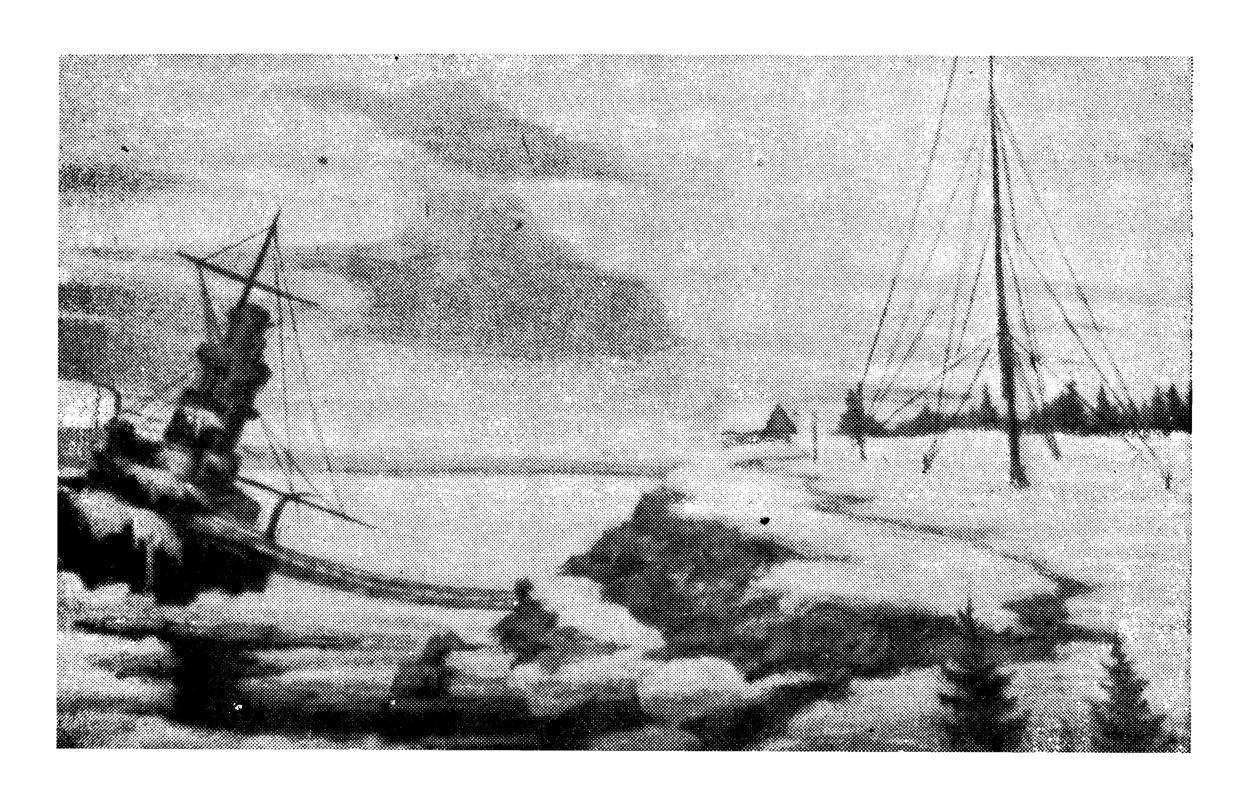
Продолжая опыты со своим приемником, А. С. Попов обнаружил, что на приемник действуют атмосферные разряды. Это открытие навело изобретателя на мысль о возможности некоторого изменения в конструкции приемника и использования его для регистрации приближающихся гроз. Такой приемник, построенный Поповым, получил впоследствии название «г р о з о о т м е т ч и к».

24 марта 1896 г. изобретатель радио на заседании физико-математического общества демонстрировал русским ученым новое свое достижение — передачу сигналов без проводов и прием их с записью на ленту на расстояние 250 метров.

Предел дальности надежной радиосвязи быстро увеличивался. В 1899 г. А. С. Попов сделал новое блестящее изобретение, построив приемник, позволявший принимать радиосигналы на слух при помощи телефонной трубки. Это значительно увеличило дальность радиосвязи.

Первая линия радиосвязи

Поздней осенью 1899 г. броненосец «Генерал-адмирал Апраксин» во время снежного шторма потерял ориентировку и сел на камни у пустынных берегов острова Гогланд в Финском заливе. От этого острова до ближайшего города на материке — Котка (Финляндия) — около 45 *км*. Спасательные работы задерживались из-за трудности прокладки проводной связи между островом и материком. На помощь



Радиостанция А. С. Попова на о. Гогланд.

пришло радио. Александр Степанович Попов со своим помощником П. Н. Рыбкиным для обеспечения надежной двусторонней связи установили на острове и материке приемо-передающие радиостанции.

5 февраля 1900 г. в 14 час. 15 мин. П. Н. Рыбкин, находившийся на острове Гогланд, принял от Александра Степановича короткую радиограмму из г. Котка, которая гласила:

«Командиру «Ермака». Около Лавенсаари оторвало льдину с рыбаками. Окажите помощь».

Ледокол «Ермак», находившийся в это время у о. Гогланд, немедленно снялся с якоря, вышел на поиски и снял с льдины 27 рыбаков. Люди были спасены благодаря радио. Это была новая крупнейшая победа русской техники.

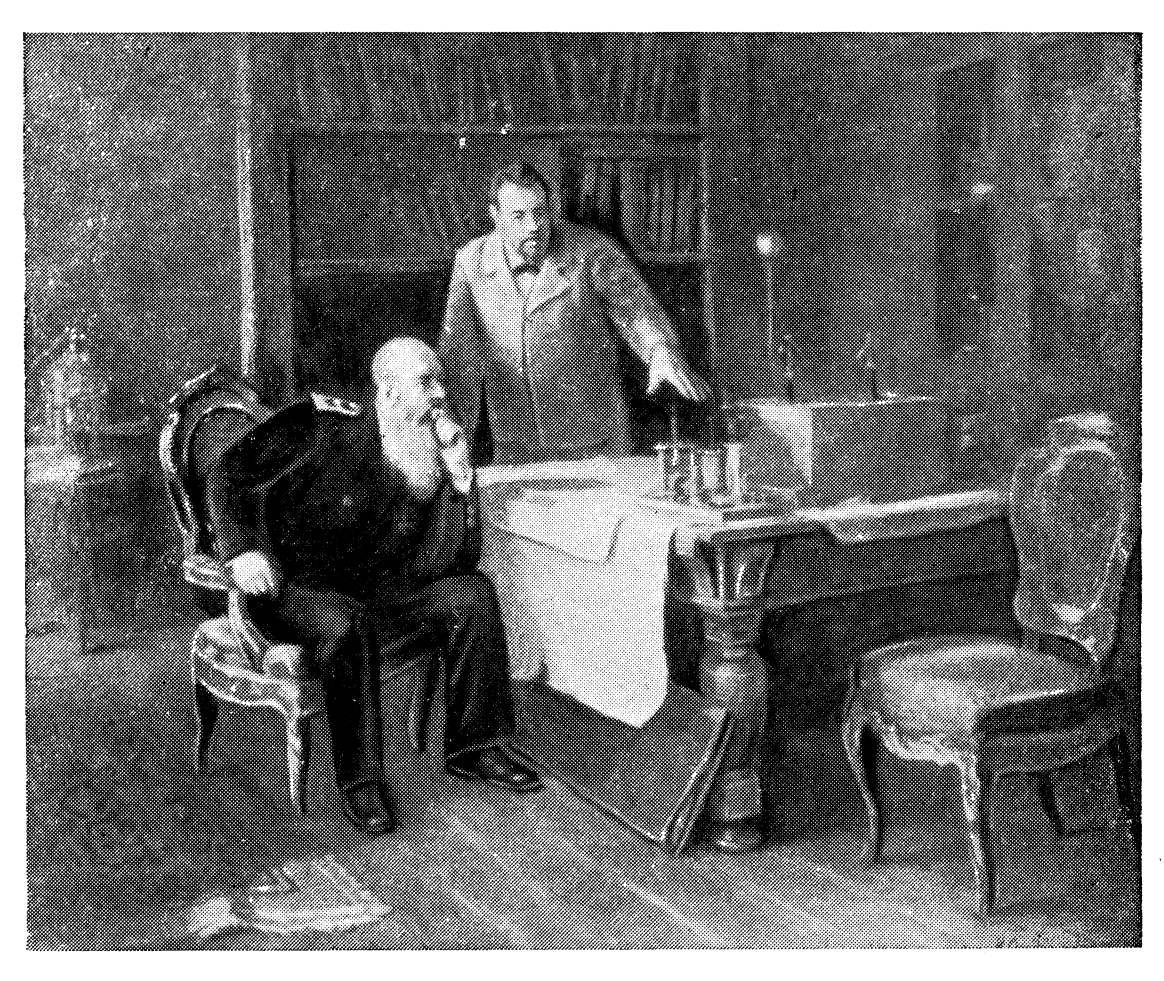
Выдающийся русский флотоводец Степан Осипович Макаров поздравил А. С. Попова с блестящим успехом, с крупнейшей научной победой.

Так начала действовать первая практическая линия радиосвязи, так радио завоевало право на жизнь.

Идея воплощена в жизнь

Великий изобретатель радио не ограничил свою деятельность оснащением флота. Стремясь шире внедрить новое средство связи, он разработал и успешно использовал на маневрах первые армейские радиостанции, проводил опыты по связи воздушного шара с землей. Этим он положил начало применению и развитию радио в армии и воздушном флоте.

Кроме того, Александр Степанович сделал еще одно важное открытие. Летом 1897 г., во время опытов передачи радиосигналов с транспорта «Европа» на крейсер «Африка», им было замечено, что когда между этими кораблями проходил какой-либо третий корабль, то слышимость сигналов уменьшалась или даже совсем прекращалась. Это натолкнуло А. С. Попова на мысль о возможности обнаруживать при помощи радиоприемника корабли, находившиеся на пути радиоволн. Таким образом, изобретатель радио сделал вывод о возможности практического использования этого явления задолго до возникновения современной радиолокации, служащей для обнаружения и определения местонахождения различных предметов в воздухе, на воде, на земле.



А. С. Попов демонстрирует адмиралу Макарову первую в мире радиоустановку (с картины художника И. С. Сорокина).

Не раз иностранные капиталисты предлагали А. С. Попову крупные суммы денег за его изобретение. Но он всякий раз отвечал, как истинный патриот своей родины:

«Я русский человек, и все свои знания, весь свой труд, все свои достижения я имею право отдавать только моей Родине».

А. С. Попов умер 13 января 1906 г.

Радио трудящимся

В самый напряженный момент Великой Октябрьской социалистической революции, 6 ноября 1917 г., радиостанция крейсера «Аврора» передала «Всем, всем, всем» — директиву Военно-революционного комитета о борьбе против контрреволюции.

Так в грозные дни Великого Октября радио начало служить народу.

С первых же дней Советской власти правительство и наша партия уделяли большое внимание развитию радио в нашей стране. В 1918 г. в Нижнем Новгороде была создана радиолаборатория — первое советское научно-исследовательское учреждение в области радиотехники.

Проводимые здесь работы имели большое значение в развитии не только отечественной, но и мировой радиотехники. Руководил работой лаборатории крупнейший изобретатель в области радио, создатель первых мощных радиовещательных станций Михаил Александрович Бонч-Бруевич.

В результате поддержки Советского правительства и партии, еще во время гражданской войны и разрухи Нижегородская радиолаборатория имела такие большие достижения в развитии отечественной радиотехники, которых не было за границей.

Уже в конце 1919 г. М. А. Бонч-Бруевич успешно осуществил передачи по радио живой человеческой речи на большие расстояния.

Когда Владимир Ильич Ленин узнал об этих работах, он с гениальной прозорливостью оценил огромное их значение. В письме М. А. Бонч-Бруевичу он писал: «Газета без бумаги и без расстояний», которую Вы создаете, будет великим делом. Всяческое и всемерное содействие обещаю Вам оказывать этой и подобной работам».

21 августа 1922 г. в Москве была открыта построенная Нижегородской радиолабораторией самая мощная в мире телеграфно-телефонная радиостанция. В это время в Германии и во Франции самые большие телеграфно-телефонные станции имели мощность в $2^1/_2$ раза меньше, а в Америке в 8 раз меньше. А через 4 года в Москве был построен новый радиотелефонный передатчик, почти в 4 раза более мощный, чем передатчик станции, начавший работать в 1922 г. 17 сентября 1922 г. через московскую радиостанцию был передан первый большой концерт.

Так зародилось советское радиовещание. Английские же и французские радиостанции начали радиовещание спустя 3 мес., а немецкие — только в конце 1923 г.

В июне 1924 г. Совет Народных Комиссаров Союза ССР издал постановление, разрешающее установку радиоприемников всем гражданам и организациям. Начался массовый выпуск радиоприемников, радиодеталей и литературы по радиотехнике. Радиофикация охватила всю страну Советов.

Так радио стало достоянием широких народных масс.

Радиотехника нашей страны

Наибольшего расцвета советская радиотехника достигла в годы пятилеток, когда вся страна покрылась сетью радиовещательных станций, радиоузлов и приемников. Сейчас нет такого уголка в нашей стране, куда не доходили бы волны советского радио, где не было бы радиоприемника или радиоточки, где не слушали бы голос Москвы.

Радиовещание в нашей стране стало мощнейшим средством политического воспитания и просвещения народа. Благодаря заботам Коммунистической партии, Советского правительства наше радиовещание стало именно тем «митингом с миллионной аудиторией», о котором мечтал В. И. Ленин.

Радио прочно вошло в культуру и быт советских людей.

Советские радиостанции ведут передачи более чем на 70 языках народов нашего многонационального государства и на многих иностранных языках. Они несут по всему миру слова правды, передовые идеи коммунизма, помогают вести неустанную борьбу за прочный мир во всем мире и дружбу между народами, разоблачают коварные замыслы поджигателей новой войны.

Радио является незаменимым, а в ряде случаев единственным видом связи.

Средствами радиосвязи хорошо оснащены наша армия, авиация и флот. На советских кораблях, самолетах, танках, в армейских подразделениях имеются радиостанции самых различных назначений.

Во время грандиозных наступательных операций, проводившихся в дни Великой Отечественной войны советскими вооруженными силами, изгонявшими фашистских захватчиков со священной советской земли, радиосвязь играла большую роль.

Радиосвязь находит все большее и большее применение в различных областях народного хозяйства.

С помощью тысяч радиостанций «Урожай» осуществляется связь между машинно-тракторными станциями и тракторными бригадами, эта радиосвязь обеспечивает оперативное руководство полевыми работами.

В широких масштабах применяется радиосвязь между машинистами маневровых паровозов, а также товарных и пассажирских поездов и диспетчерами железнодорожных станций, на стройках, в пожарных частях, для переговоров на больших расстояниях и т. д

Но радиовещание и радиосвязь — это только часть радиотехники.

Радио позволяет не только слышать, но и видеть на большие расстояния. В Москве, Ленинграде, Киеве и Харькове работают телевизионные центры, которые «доставляют на дом» телезрителям концерты, оперы, балеты,



Радиостанция помогает оперативно руководить полевыми работами.

кинокартины, спортивные состязания и т. д. В ближайшие годы в ряде крупнейших городов Советского Союза вступят в строй новые телевизионные центры.

Наши телевизионные центры передают изображение с такой хорошей четкостью, которая еще не освоена во многих других странах.

В годы Великой Отечественной войны радиолокационные станции помогали нашим морякам, летчикам, артиллеристам своевременно обнаруживать самолеты и корабли противника и наносить им сокрушающие удары. Но радиолокация служит не только военным целям. Вместе с радиосвязью она обеспечивает безопасность вождения самолетов и судов в любую погоду.

Большую пользу радиолокация приносит и науке. Радиосигнал, посланный с земли мощной радиолокационной станцией, достиг Луны, отразился от нее и вернулся к приемнику этой станции. Это помогло ученым уточнить расстояние до Луны.

Геологи используют радиоприборы для разведки земных недр, что позволяет избегать излишнего бурения, требующего значительного времени и затрат.

Радио широко применяется в медицине для лечения тяжелых заболеваний. Радиотехническими аппаратами убивают различные вредные бактерии, стерилизуют пищевые продукты.

В Советском Союзе впервые в мире начали применять в промышленности закалку и плавку металлов с помощью токов высокой частоты, что имеет очень важное значение для современного машиностроения.

Токи высокой частоты широко используются для скоростной сушки древесины, сушки зерна и для многих других целей.

С помощью разработанных в СССР радиозондов — лёгких автоматически действующих радиопередатчиков, поднимаемых на воздушных шарах, метеорологи наблюдают за состоянием атмосферы на больших высотах.

Радиотехнические приборы дают возможность управлять механизмами на расстоянии, делать точнейшие измерения, вести сложнейшие наблюдения, производить высококачественную запись звука. На радиотехнической основе созданы совершенно новые музыкальные инструменты.

Это далеко не полный перечень всех возможностей радиотехники, основоположником которой является А. С. Попов.

Советуем прочитать:

А. И. Берг и М. И. Радовский, Изобретатель радио А. С. Попов, Госэнергоиздат, 1950.

Г. А. Казаков, Наша страна — родина радио, ДОСААФ, 1952.

В. И. Шамшур, А. С. Попов и современная радиотехника (Научно-популярная библиотека солдата), Воениздат, 1952.

Ф. Честнов, В мире радиоволн, Детгиз, 1951.

Беседа вторая

СОВЕТСКОЕ РАДИОЛЮБИТЕЛЬСТВО

«Ни в одной области человеческих знаний не было такой массовой общественно-технической самодеятельности, охватывающей людей самых различных возрастов и профессий, как в радиотехнике. Радиолюбительство — это могучее движение, которое привело к участию в радиоэкспериментах тысячи энтузиастов, посвящающих свой досуг технике.

Наше советское радиолюбительство имеет еще особую отличительную черту: оно носило и носит в себе идею служения своей Родине, ее техническому процветанию и культурному развитию».

Так характеризовал значение советского радиолюбительства покойный президент Академии наук СССР, академик С. И. Вавилов.

Советское радиолюбительство носит творческий характер, оно тесно связано с практикой социалистического строительства. Радиолюбители активно участвуют в радиофикации страны, продвигают радиотехнические методы в различные отрасли народного хозяйства. Они создают новые оригинальные конструкции, экспериментируют, помогают развитию радиосвязи и телевидения, звукозаписи, работают над созданием наглядных пособий для изучения радиотехники.

Радиолюбительство способствует повышению общетехнической культуры трудящихся и является источником кадров для радиофикации страны, для радиопромышленности, для наших вооруженных сил.

Из истории радиолюбительства

Любое новое открытие или изобретение всегда привлекает внимание многих людей — появляются любители этого нового. Так было и с изобретением радио. Чуть ли не сразу после известия об изобретении А. С. Попова люди различных возрастов и профессий стали самостоятельно повторять опыты Попова. Так появились первые любители нового средства связи — радиолюбители. Некоторые из них стали впоследствии творцами советской радиотехники.

Но подлинное массовое радиолюбительство в нашей стране возникло и быстро стало развиваться только при Советской власти.

Уже первые опытные радиотелефонные передачи, проводимые Нижегородской лабораторией, привлекли внимание тысяч людей. В разных городах страны, в одиночку и коллективно люди стремились услышать радиостанцию Нижегородской лаборатории. Тысячи людей, желая познакомиться с новой техникой радио, побывали в самой лаборатории и ее мастерских.

Многие советские радиоспециалисты рассказывают, что экскурсии в Нижегородскую лабораторию решили вопрос о их будущности.

Мощный подъем радиолюбительского движения начался в нашей стране в 1924 г. Он был вызван началом регулярных радиовещательных передач из Москвы и постановлением Советского правительства о «свободе эфира». Нижегородская лаборатория, отзываясь на это движение, развернула работу с радиолюбителями. Она организовала Нижегородское общество радиолюбителей и выпустила серию популярных брошюр: «Электричество и радио», «Самодельный детекторный приемник», «Самодельный ламповый приемник» и др.

15 августа 1924 г. вышел первый номер массового научно-технического журнала «Радиолюбитель». Этот номер был распродан за несколько дней. Для того чтобы удовлетворить спрос радиолюбителей, его пришлось издать дополнительным тиражом.

Журнал «Радиолюбитель», выходящий теперь под названием «Радио», сыграл важную роль в распространении среди населения радиотехнических знаний и в развитии радиолюбительского движения.

Уже к началу 1924 г. в нашей стране насчитывались тысячи радиоприемников, изготовленных и установленных в городах и селах радиолюбителями. А в январе 1925 г. появились и любительские радиопередатчики.

6 июня 1925 г., в связи с 30-летием изобретения радио А. С. Поповым, в Москве открылась первая Всесоюзная радиовыставка. На ней были представлены радиолюбительские конструкции, аппаратура, которую выпускала наша молодая радиопромышленность, и последние достижения Советской радиотехники.

1 марта 1926 г. открылся Всесоюзный съезд общества «Друзей радио». К этому времени в городах и деревнях насчитывалось уже несколько сот тысяч радиолюбителей, объединенных в кружки.

По мере развития отечественной радиотехники росло и крепло радиолюбительство. Все новое усваивалось, применялось и усовершенствовалось тысячами радиолюбителей. Они вносили в радиотехнику и свое новое, рожденное экспериментами. Сейчас радиолюбители успешно занимаются приемной и передающей техникой, телевидением и звукозаписью, измерительной аппаратурой, телемеханикой и многими другими областями радиотехники.

Большой вклад внесли радиолюбители в дело радиофикации страны. Сотни тысяч изготовленных ими радиоприемников и радиоузлов установлены и работают в различных уголках нашей любимой Родины. Тысячи радиоспециалистов, вышедших из радиолюбителей, обслуживают сейчас радиовещательные станции и радиоузлы, работают на радиозаводах.

Ряд конструкций, разработанных радиолюбителями, выпускает наша промышленность для различных областей науки и техники, для нужд народного хозяйства.

Ни в одной стране мира радиолюбительское движение не достигло и не может достигнуть такого широкого развития, как у нас, в Советском Союзе.

Юные радиолюбители

Многие квалифицированные радиолюбители, связисты Советской армии, радиотехники и конструкторы начали свое знакомство с радиотехникой в школьных радиокружках.

Кружки юных радиолюбителей ведут большую работу по радиофикации сел и школ во многих областях Советского Союза, являясь активными помощниками местных, партийных и советских организаций по продвижению на село радиоприемников, созданию радиоузлов, наблюдению за радиотрансляционной сетью.

Сейчас во многих школах нашей страны работают радиоузлы, изготовленные руками юных радиолюбителей. Многие школьные радиокружки деятельно участвуют в оснащении своих физических кабинетов, создают оригинальные учебно-наглядные пособия.



На занятиях кружка юных радиолюбителей в пионерском лагере.

Быть радиолюбителем, идти в ногу с развитием радиотехники, участвовать своим трудом в деле радиофикации страны, помогать школе в оборудовании учебных кабинетов — увлекательное и почетное дело.

Организация радиолюбительства

В нашей стране радиолюбительство получает организованную поддержку и руководство. Возглавляет радиолюбительское движение Добровольное общество содействия армии, авиации и флоту (ДОСААФ), имеющее широкую сеть республиканских, областных и городских радиоклубов.

При этих клубах имеются консультации, дающие ответы на технические вопросы радиолюбителей.

Кружки юных радиолюбителей и отдельные юные радиолюбители могут получать необходимые советы по своей работе и описания доступных для школьников конструкций из радиолаборатории Центральной станции юных техников имени Н. М. Шверника, областных и районных станций юных техников.

Во многих городах страны имеются станции юных техников, отделы техники Дворцов и Домов пионеров, где юные радиолюбители могут получать необходимую техническую консультацию и заниматься в радиокружках.

Техники радиоузлов, демобилизованные из Советской Армии радисты, опытные радиолюбители, учителя физики также никогда не откажут в нужном совете.

На страницах журнала «Радио» помещаются общественно-политические и научно-технические статьи, описания промышленной радиоаппаратуры, любительских конструкций и пр. Многие издательства выпускают популярные книги, брошюры и плакаты для радиолюбителей. Государственное энергетическое издательство, например, выпускает ежегодно в помощь радиолюбителям десятки брошюр в серии «Массовая радиобиблиотека». Всем этим могут воспользоваться и наши читатели.

В целях подведения итогов и обмена опытом работы радиолюбителей-конструкторов Добровольное общество содействия армии, авиации и флоту совместно с Министерством просвещения РСФСР, Министерством связи СССР и Министерством радиотехнической промышленности СССР проводит Всесоюзные выставки радиолюбителей-конструкторов.

Перед Всесоюзными выставками творчества радиолюбителей-конструкторов проводятся областные, районные и городские радиовыставки. Участвовать в радиовыставках может каждый радиолюбитель. Авторы лучших конструкций, демонстрируемых на этих выставках, награждаются ценными премиями, дипломами и грамотами. Описания наиболее интересных конструкций опубликовываются в журнале «Радио». Некоторые из них принимаются нашей промышленностью для производства.

Литературу по радиотехнике можно выписывать наложенным платежом, т. е. сначала нужно послать заказ, а оплата производится при получении литературы на почте. Письма можно направлять по адресу: Москва, А-171, 1-й Ново-подмосковный пер., д. 4, «Книга — почтой».

Различную радиоаппаратуру и детали радиолюбители могут приобрести через посылочную контору «Союзпосылторг» Министерства торговли СССР, имеющую отделения в Москве и ряде других крупных городов. Адрес Всесоюзной посылочной конторы «Союзпосылторга»: Москва, Дубининская ул., д. 37.

С чего начинать

Прочитав первые страницы этой книги, наши юные читатели, вероятно, задали себе вопрос: с чего же начинать изучение радиотехники, применение которой так разнообразно?

Для начинающего радиолюбителя наиболее доступной является постройка простых радиоприемников и изучение с их помощью техники приема радиовещания.

Со временем и вы научитесь строить телевизоры, звукозаписывающие аппараты, управлять по радио моделями и машинами, а некоторые из вас, может быть, сконструируют сложнейшие радиоаппараты, которые принесут пользу нашей любимой Родине. Но изучение радиотехники нужно начинать, конечно, не с самого трудного, а, наоборот, с наиболее доступного, простого — с приема радиовещания. К услугам радиолюбителей, желающих самостоятельно заниматься конструированием, имеются в продаже готовые детали и материалы, необходимые для изготовления радиоприемников, усилителей, измерительных приборов.

На постройке простых радиовещательных приемников легче всего приобрести опыт, необходимый для дальнейшего, более глубокого изучения радиотехники, для постройки более сложных радиоконструкций.

Так как радиовещание существует уже давно, многим оно кажется не таким увлекательным и заманчивым, как другие области радиотехники. Но это только потому, что мы к радиовещанию привыкли, оно вошло в наш быт также прочно, как книга, электрическая лампочка, швейная машина, часы, велосипед и т. д. Однако разве не замечательно, находясь за сотни и тысячи километров от столицы нашей Родины — Москвы, слушать то, что происходит на Красной площади в праздничные дни? Разве не привлекательно, вращая ручку радиоприемника, переноситься из города в город, отстоящие за сотни и тысячи километров от нас? Разве не достойно восхищения в деревне, в лагере, в поезде, на самолете слушать оперу из Московского Академического большого театра? А разве не увлекательно установить радиоприемник у себя дома, в родной школе, в лагере, в колхозе, дать возможность своим родным и товарищам проводить культурно отдых, слушать голос родной Москвы?

Великий Ленин называл радиовещание «газетой без бумаги и без расстояний». Товарищ Киров говорил, что радиовещание является сильнейшим оружием партии и Советской власти, сильнейшим рычагом повышения культурного уровня трудящихся. Высокая честь для пионеров и школьников — юных техников участвовать в большом, государственно важном деле — в деле радиофикации страны, помогая этим строительству коммунизма.

Как изучать радиотехнику

Изучать радиотехнику лучше всего в кружке, состоящем хотя бы из нескольких человек, даже если нет опытного руководителя.

Русская пословица говорит: «одна голова хорошо, а две головы лучше». Если чего-либо не поймет один из кружка, ему всегда помогут товарищи, да и с инструментами и материалами в кружке легче: у одного есть молоток и пила; у второго — плоскогубцы и кусачки; у третьего — дрель и фанера; у четвертого имеются кое-какие детали. Собрав все инструменты и детали вместе, работать будет легче.

Наиболее подходящим местом для работы кружка в школе может быть физический кабинет. В нем найдутся рабочие столы, некоторые, необходимые на первое время, приборы, инструменты, а может быть и детали. На помощь придет и учитель физики. Со временем появятся плакаты, схемы, учебно-наглядные пособия. Все это нужно не только для радиокружка, но и для других учащихся школы.

Рабочий уголок радиокружка можно оборудовать и в пионерской комнате.

Работе всегда поможет пионерский вожатый, комсомольцы шефствующих предприятий. Найдутся новые «болельщики» радио, и создастся хороший творческий коллектив — кружок.

Мы уже говорили, что работу нужно начинать с изготовления простых приемников. Построить сложную конструкцию без первоначальных знаний и опыта, может быть, и удастся, и работать она, возможно, кое-как будет, но при первой же неполадке юный радиолюбитель не найдет правильного выхода из создавшегося затруднения. Поэтому не забегайте вперед. Переходите к более сложному после того, как будет усвоено простое. Только при этом условии знания будут уверенными, прочными, только при этом условии можно добиться больших успехов.

Если встретятся трудности, не пугайтесь, а преодолевайте их, используя знания и литературу. Не удастся добиться чего-либо самостоятельно, обратитесь за помощью к учителю физики, радиоспециалисту, опытному радиолюбителю, в клуб ДОСААФ, в Дом пионеров, на станцию юных техников.

Помните, что радиотехника берет свое начало от электротехники, а электротехника является разделом физики. Поэтому по мере углубления в радиотехнику советуем нашим читателям поближе сдружиться с школьным учебником «Курс физики» и почаще искать в нем нужные сведения. Эта дружба благоприятно скажется не только в радиолюбительстве, но и на учебе, и в повседневной жизни.

Беседа третья

О КОЛЕБАНИЯХ, ВОЛНАХ, ЗВУКЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ТОКЕ

Начинающему радиолюбителю наиболее непонятным кажется то, что радиопередача происходит без видимой связи между передающей станцией и радиоприемником.

Для того чтобы понять это, нужно сначала познакомиться с природой звука — как он возникает и распространяется, как и почему мы слышим звук, нужно поговорить о том, что такое электрический ток, а также о том, как с помощью электрического тока происходит передача разговора по проводам. Не узнав предварительно обо всем этом, наши юные читатели не смогут ясно себе представить, как происходит радиопередача и радиоприем.

Колебания

Мы постоянно наблюдаем колебательные движения различных тел.

Колеблется ветка, с которой слетела птица. Под действием пружины или гири колеблется маятник часов. Оттянутая вниз спиральная пружина, закрепленная на верхнем конце, будучи отпущена, также совершает колебательные движения. От толчков на неровностях пути колеблются вагоны поездов, автомобили, трамваи и троллейбусы. Колеблются заводские трубы, мачты, вода в озерах и морях под действием ветра. В колебательном движении находятся все звучащие тела.

Одни колебания мы видим, другие — только ощущаем. Например, при порывах ветра мы слышим в трубах воющий звук; он создается колебаниями воздуха в трубах. Играет в лагере горн — мы слышим звуки, но не видим колебательных движений горна, которые создают звуки. Не всегда мы замечаем колебательные движения звучащей струны. Однако если мы до нее прикоснемся пальцем, то эти колебания ощутим как легкое щекотание. Все эти и многие другие колебания создаются телами при воздействии на них той или иной энергии.

Волны

Колебания, расходящиеся в пространстве от колеблющегося тела, называются волнами. Точно так же как колебания бывают видимые и невидимые, и волны могут быть видимыми и невидимыми глазом.

Природу возникновения волн легко понять на примере колебаний частиц поверхности воды. Такие волны образуются в результате изменения состояния поверхности воды, например от удара брошенного камня (фиг. 1). Ударяясь о гладкую поверхность воды, камень сообщает ей часть своей энергии — энергии движения. От действия этой энергии частицы воды в месте падения камня опускаются ниже ее среднего уровня, а затем поднимаются вверх, но уже выше ее уровня. Далее они продолжают колебаться — перемещаться то вверх, то вниз, заставляя двигаться за собой соседние частицы воды. Эти волны расходятся от места своего возникновения концентрическими кругами.

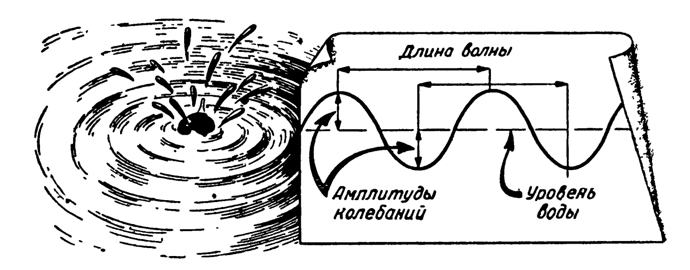
Волны на воде могут быть сильными (большими) или слабыми, могут быть редкими или частыми. Сильными волнами мы называем такие волны, которые имеют высокие горбы, как говорят, большую а м п л и т у д у колебаний; слабые волны имеют малые горбы — небольшую амплитуду. Чем больше та энергия, которая возбудила волны, тем больше амплитуда волн, тем большую энергию они понесут в себе.

Чем чаще друг за другом бегут волны, тем короче будет каждая, взятая в отдельности волна; чем реже чередуются волны, тем длиннее будет каждая волна.

Д л и н о й в о л н ы мы н а з ы в а е м р а с с т о я н и е м е ж д у д в у м я с о с е д н и м и б е г у щ и м и г о р б а м и и л и в п а д и н а м и.

С течением времени волны покрывают все большую поверхность воды, по мере удаления от места возникновения их амплитуды уменьшаются, но длина каждой волны остается неизменной.

Встречая на своем пути какое-нибудь препятствие, например берег, волны отдают ему



Фиг. 1. При ударе камня о поверхность воды на ней возникают волны.

свою энергию. Энергия волн, возникших от брошенного камня, невелика. Но мы знаем, какие большие разрушения берега могут производить морские волны, обладающие большой амплитудой и, следовательно, большой энергией. Эти разрушения осуществляются именно той энергией, которую волны непрерывно отдают берегу.

Подчеркиваем, что частицы воды колеблются перпендикулярно к направлению движения волны: водяные частицы перемещаются вверх и вниз, а волна распространяется от места падения камня вдоль поверхности воды в виде концентрических кругов. При этом частицы воды не двигаются вместе с волной. В этом нетрудно убедиться. Создайте волны на гладкой поверхности озера или пруда, бросив на нее небольшую щепку, и наблюдайте. Щепка будет то опускаться, то подниматься на волнах, не перемещаясь по ходу движения волн (если, конечно, не будет ветра и течения воды).

Звук

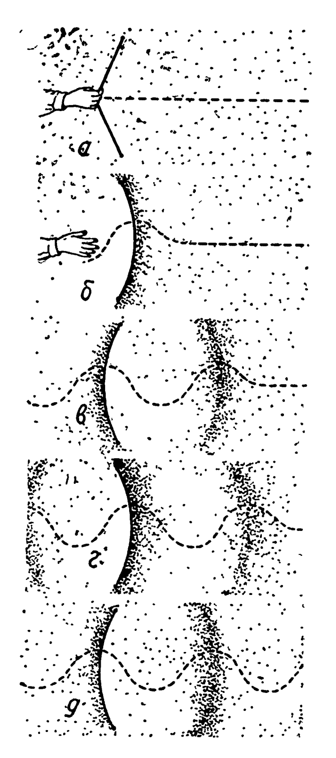
Звук представляет собой колебания частиц воздуха. Эти колебания распространяются в воздухе волнообразно, наподобие водяных волн. Но водяные волны создаются только на поверхности воды, т. е. в одной плоскости, а звуковые волны распространяются во всей толще воздуха.

Однако не при всяком воздействии в воздухе возникают звуковые волны.

Воздух, как известно, состоит из чрезвычайно мелких, невидимых глазом частиц. Под действием различных причин его частицы могут переноситься на большие расстояния. При этом возникает ветер. Если же в воздухе сделать резкое движение палкой, то можно почувствовать легкий порыв ветра и одновременно услышать слабый звук. Порыв ветра — это не что иное, как движение воздуха, а звук — только колебания его частиц, созданные не заметными для глаза колебаниями палки.

Если оттянуть струну, например, гитары (фиг. 2,*а*), а потом ее опустить, то она будет дрожать — колебаться около своего первоначального положения, положения покоя. Достаточно сильные колебания струны заметны на глаз. Более слабые колебания струны можно «почувствовать» только как легкое щекотание, если прикоснуться к ней пальцем. Чем больше будет размах колебаний струны, тем громче будет звук. Пока струна колеблется, мы слышим звук. Когда струна перестанет колебаться, звук прекратится.

Наибольшее расстояние, на которое отклоняется струна от своего первоначального положения, называют амплитудой ее колебания.



Фиг. 2. Когда колеблется струна, в воздухе возникают звуковые волны.

Звуковые волны вокруг колеблющейся струны образуются следующим образом. В то время как струна перемещается, например, вправо (фиг. 2,*б*), она теснит вправо от себя соседние с ней частицы воздуха и этим создает «сгущение» воздуха, иначе говоря, увеличенное давление в некотором объеме воздуха. При этом она одновременно создает влево от себя и «разрежение» воздуха, т. е. область уменьшенного давления. Эти области «сгущения» и «разрежения» воздуха распространяются в окружающем пространстве.

В следующий момент, когда струна будет двигаться в обратном направлении (фиг. 2,*в*), область «сгущения» частиц воздуха образуется слева от нее, а область «разрежения» — справа. И эти области разного давления также будут распространяться в воздухе. Когда струна вновь будет двигаться вправо (фиг. 2,*г*), она создаст новые области «сгущения» и «разрежения» воздуха и т. д.

Таким образом, при колебании струны в воздухе возникают области повышенного и пониженного давления, которые будут удаляться от струны. Одна область повышенного давления воздуха и следующая за ней одна область разрежения образуют одну волну.

Звуковые волны распространяются в воздухе во все стороны со скоростью около 340 метров в секунду (в безвоздушном пространстве они возникать и распространяться не могут). Волны эти несут в себе энергию, полученную от тела, создавшего их.

В тот момент, когда до барабанной перепонки уха доходит та область звуковой волны, в которой воздух сгущен, она давит на барабанную перепонку, несколько прогибая ее внутрь. Когда же до барабанной перепонки доходит разреженная область звуковой волны,

то под действием этого разрежения барабанная перепонка выгибается несколько наружу.

Так как в звуковой волне сгущения и разрежения воздуха следуют все время друг за другом, то, следовательно, барабанная перепонка будет то прогибаться внутрь, то выгибаться наружу. Другими словами, барабанная перепонка будет совершать колебания в такт с звуковыми волнами. Колебания барабанной перепонки передаются по слуховому нерву в мозг. В результате мы слышим звук. Чем больше амплитуда колебаний струны и чем ближе мы к ней находимся, тем большая звуковая энергия дойдет до нашего уха, тем громче мы услышим звук.

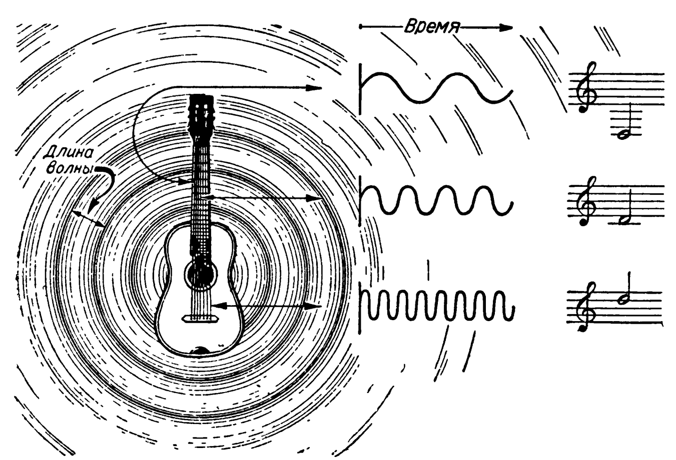
Графически колебания, так же как и во́лны, изображают кривой, носящей название синусоиды. Такая кривая показана пунктиром на фиг. 2,*д*.

«Горбы» на этой кривой соответствуют областям повышенного давления воздуха, а «впадины» — областям пониженного давления.

Высота звука зависит от частоты колебаний струны. Толстая и длинная струна колеблется медленнее, чем тонкая и короткая струна.

Период и частота колебаний

Время, за которое струна перемещается из одного крайнего положения в другое крайнее положение и снова возвращается в первое крайнее положение, называется периодом колебания струны. Точно так же и время, за которое маятник часов движется от одного крайнего положения до другого крайнего положения и обратно до первого крайнего положения, носит название периода колебания маятника. Подобным же образом можно охарактеризовать период механических колебаний другого вида, а также электрических и электромагнитных.



Фиг. 3. Чем больше частота колебаний, тем короче звуковая волна и выше тон звука.

За время одного периода колебания образуется одна волна. Например, период колебания маятника часов-ходиков приблизительно равен 0,5 секунды, период колебания больших качелей — около 2 секунд, а период колебания струны может быть от сотых до десятитысячных долей секунды, период же электромагнитных колебаний, применяемых в радиотехнике, измеряется стотысячными, миллионными, миллиардными или еще меньшими долями секунды.

Другой важной величиной, характеризующей колебания, является частота (от слова часто) — число, показывающее, сколько полных колебаний или волн образуется в секунду.

Для измерения частоты колебаний существует специальная единица, носящая название герц (сокращенно пишется *гц*). Если, например, струна совершает 440 колебаний в секунду (при этом она дает тон «ля» третьей октавы), говорят, что ее частота колебаний 440 *гц*.

Барабанная перепонка под действием звуковых колебаний (волн) такой частоты совершает в секунду тоже 440 колебаний.

Волну на воде мы видим и поэтому можем при известной ловкости измерить ее длину. Звуковую же волну мы не видим, но определить длину ее мы можем арифметическим способом, если знаем частоту колебаний тела, создающего звук. Для этого надо скорость распространения звука 340 метров в секунду разделить на частоту звука.

Тон или высота звука зависит от частоты колебаний тела, создающего звуковые волны. Чем больше будет частота колебаний тела (например, струны), тем выше будет тон звука, и наоборот, чем меньше частота колебаний, тем ниже тон звука. Рисунки, показанные на фиг. 3, поясняют сказанное.

Наше ухо способно слышать звуки, имеющие частоту примерно от 16—20 *гц* (звук очень низкого тона, например, жужжание жука) до 15 000—20 000 *гц* (писк комара).

Разговор, пение, шелест листьев, телефонная трубка, громкоговоритель тоже создают звуковые волны. Эти звуки представляют собой очень сложную комбинацию тонов различной высоты (частоты). Во время разговора или музыкального исполнения эта комбинация непрерывно изменяется.

Когда мы находимся около паровоза, дающего гудок, до нашего уха доходят очень сильные звуковые волны. Находясь же на большом расстоянии от него, нам приходится напрягать слух, чтобы услышать его гудок. Несмотря на

то, что гудок создает сильные звуковые волны, они так же, как водяные волны, по мере удаления от него ослабевают — затухают. Но при этом изменяется только амплитуда колебаний, частота же остается неизменной.

Речь мы можем слышать на десятки метров; звуки духового оркестра на сотни метров; гудок паровоза на несколько километров. На бо́льшем расстоянии звуковые волны становятся настолько слабыми, что ухо неспособно их воспринимать.

Для передачи разговоров на большие расстояния пользуются телефоном. Передача голоса при этом осуществляется с помощью электрического тока, идущего от одного телефонного аппарата к другому по проводам.

Электрический ток

Наши юные читатели часто слышат и сами говорят об электрическом токе. Электрический ток идет через «лампочку Ильича» — электрическую лампочку — и дает нам свет. Проходя через электрическую плитку, ток дает нам тепло. Электрический ток приводит в движение трамваи, троллейбусы, поезда, станки на заводах и фабриках, сельскохозяйственные машины. Электрический ток применяется в медицине: некоторые болезни излечиваются пропусканием электрического тока через тело больного. На использовании электрического тока основано действие телеграфа, радиопередача и радиоприем.

К электрической лампочке, электроплитке, к электрическому двигателю, к любому другому электрическому устройству или прибору всегда подходят провода. Они подвешены на столбах, проложены под землей, по стенам и потолкам домов. Если наших юных читателей спросить, зачем нужны эти провода, большинство из них уверенно ответит, что они служат для передачи тока. Самые наблюдательные из них покажут, по каким проводам идет ток для освещения, какие провода являются телефонными или телеграфными, скажут, что провода бывают медными, железными, алюминиевыми.

Ребята, изучающие в школе физику или читавшие книги об электричестве, уверенно скажут, что электрические провода обязательно должны быть металлическими, что по веревке или по нитке ток идти не может.

Большинство наших юных друзей скажет, что ток вырабатывается на электростанциях, а провод является как бы руслом, по которому ток течет от электростанции к лампочкам, двигателям и другим приборам, изоляция же провода не позволяет току «выходить» из этого русла.

Все это правильно!

Но что же такое электрический ток?

Наука говорит, что ток — это движение крошечных, невидимых даже под сильнейшим микроскопом частичек, называемых электронами.

Чтобы лучше понять природу тока, нам придется мысленно проникнуть в строение окружающих нас веществ.

Что такое электрон

Все тела в природе состоят из атомов. Атомы чрезвычайно малы. Даже такая единица измерения, как миллиметр, для измерения величины атома совершенно непригодна. Для этой цели не годится даже микрон — тысячная доля миллиметра. Здесь подходит только миллимикрон, равный тысячной доле микрона, или ангстрем, который в десять раз меньше миллимикрона. И вот, у различных веществ диаметр атомов бывает от 1 до 4 ангстрем. Судить о величине атома можно по такому примеру: если сто миллионов атомов уложить плотно в одну линию, то все они образуют цепочку, длина которой составит всего несколько миллиметров.

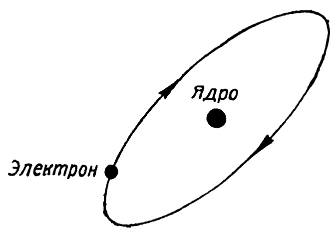
Ученые долгое время предполагали, что атом является мельчайшей неделимой частичкой. Слово «атом» и означает «неделимый». Но современная наука доказала, что это не так. В центре каждого атома имеется тяжелое ядро, вокруг которого, подобно планетам вокруг Солнца, движутся более легкие частицы — электроны.

Число электронов у атомов различных веществ различно, но строго определенно для каждого данного простого вещества. Например, атом водорода (фиг. 4) имеет всего один электрон, атом железа — 26 электронов, атом урана — 92 электрона.

Число электронов в атомах различных веществ наши читатели могут узнать из таблицы химических элементов, составленной Д. И. Менделеевым. Таблица Менделеева имеется в химическом кабинете каждой школы.

Какова же величина отдельно взятых ядра и электрона?

Чрезвычайно мала. О ней можно получить сколь-либо наглядное представление путем сравнения. Если, допустим, нам удалось бы



Фиг. 4. В атоме водорода всего один электрон. В атомах других химических элементов электронов больше.

увеличить головку булавки примерно до размеров земного шара, то при этом каждый атом булавки увеличился бы до размера шара диаметром около одного метра. И вот в центре такого, мысленно увеличенного атома мы увидели бы ядро величиной с типографскую точку, а вокруг этой точки носились бы пылинки — электроны.

Если читатель пожелает узнать размер электрона, то пусть он цифру 3 разделит на единицу с тринадцатью нулями. Тогда получится примерный диаметр электрона, выраженный в долях миллиметра.

Наука установила, что ядро атома имеет положительный электрический заряд, а электроны — отрицательные заряды. А между электрическими зарядами всегда действуют электрические силы. Одноименные электрические заряды подобно одноименным полюсам магнитов всегда отталкиваются друг от друга, а разноименные — притягиваются. Поскольку электроны в атоме имеют заряд, противоположный заряду ядра, то между ними все время действуют электрические силы, которые и удерживают электроны около своего ядра.

Атом так устроен, что в нем сумма всех отрицательных зарядов электронов равна заряду ядра. Эти заряды внутри атома уравновешиваются подобно тому, как уравновешивается одна килограммовая гиря десятью стограммовыми гирьками.

Такое электрическое «равновесие» внутри атома выражается тем, что он не проявляет никаких внешних электрических свойств. Но стоит у атома «отобрать» один или несколько электронов, и его внутреннее электрическое «равновесие» нарушится, — в нем будет преобладать положительный заряд ядра и атом в целом станет положительно заряженным. Такой атом (его называют и о н о м) будет стремиться притянуть к себе электроны соседних атомов и восполнить потери, чтобы вновь стать электрически «нейтральным».

И наоборот, если в атоме появится лишний электрон, то атом в целом окажется заряженным отрицательно. Такой атом будет стремиться вытолкнуть лишний электрон за свои пределы, чтобы вновь стать «нейтральным».

Проводники и изоляторы

У атомов некоторых веществ трудно «отобрать» электроны или «навязать» им лишние электроны. В атомах других веществ электроны более слабо удерживаются.

В некоторых веществах имеются так называемые «свободные» электроны. Они свободно входят в атомы, выходят из них, движутся между атомами, выталкивают из атомов другие электроны, занимая их места. Таких «свободно разгуливающих» электронов имеется очень много в металлах. Все они движутся между атомами в самом невообразимом беспорядке, подобно рою мошек в воздухе в летний день. Но этим беспорядочным движением электронов люди научились управлять. Заряд каждого отдельно взятого электрона ничтожно мал. Но если их собрать побольше да направить в одну сторону, то получится как бы большой единый движущийся электрический заряд — получится то, что мы называем э л е к т р и ч е с к и м т о к о м.

Но создать ток можно только в тех веществах, в которых электроны связаны со своими ядрами довольно слабо, в которых имеется много свободных электронов. В тех же веществах, где связь между электронами и их ядрами прочная, где нет свободных электронов, там нельзя создать ток. Говорят, что первые вещества проводят ток, а вторые — не проводят ток.

Соответственно этому свойству вещества подразделяют на п р о в о д н и к и и н е п р о в о д н и к и электрического тока. Последние также называют и з о л я т о р а м и или д и э л е к т р и к а м и.

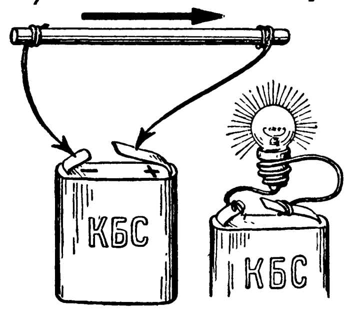
К числу проводников относятся все металлы, уголь, растворы солей, кислот и щелочей, живые организмы, земля и многие другие вещества. Изоляторами являются воздух, стекло, слюда, фарфор, резина, пластмассы, различные смолы, маслянистые жидкости, сухое дерево, сухая бумага и др.

Как создается ток

Чтобы в проводнике возник ток, необходимо на одном его конце создать недостаток, а на другом избыток электронов. Это можно сделать путем присоединения к концам проводника источника тока, например, батарейки от карманного фонаря, создав з а м к н у т у ю электрическую цепь (фиг. 5). Тогда электроны с того конца, где их избыток, устремятся к другому концу проводника, где их недостаток. В проводнике создастся упорядоченное движение электронов — ток. Такое движение электронов будет продолжаться все время, пока существует организующая его сила, в нашем примере (фиг. 5) до тех пор, пока действует батарейка и пока будет замкнута электрическая цепь.

З а м к н у т а я э л е к т р и ч е с к а я ц е п ь я в л я е т с я о б я з а т е л ь н ы м у с л о в и е м в о з м о ж н о с т и с у щ е с т в о в а н и я э л е к т р и ч е с к о г о т о к а.

То место, где имеется избыток электронов, в электротехнике и радиотехнике принято называть отрицательным полюсом и обозначать знаком минус. То же место, где наблюдается недостаток электронов, называют положительным полюсом и обозначают знаком плюс. Батарейка от карманного фонаря является источником тока. Избыток электронов на одной ее пластинке и недостаток на другой создается вследствие химических процессов, происходящих в батарейке. Соответственно с этим пластинка батарейки, где недостаток электронов, обозначена плюсом, а пластинка, где избыток электронов, — минусом.



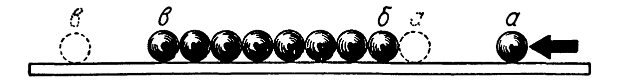
Фиг. 5. Батарейка от карманного фонарика создает электрический ток в проводнике. Лампочка, присоединенная к батарейке, зажигается.

При присоединении к концам проводника источника тока ток возникает практически мгновенно на всем его протяжении. Но ошибочно было бы думать, что электроны вдоль проводника движутся с огромной скоростью. Нет! Взятый в отдельности электрон движется со скоростью не более нескольких миллиметров в секунду.

Как же это понять?

Представьте себе, что электроны, как биллиардные шары, установлены плотно в длинный ряд (фиг. 6). Пустим легким толчком шар *а*. Он покатится очень медленно и ударит шар *б*. Сейчас же с противоположного конца ряда отделится шар *в* и покатится также медленно, как катился шар *а*. При этом остальные шары почти не сдвинутся с места.

Если же шар *а* мы толкнем резко, то от его сильного удара шар *в* мгновенно отделится от цепочки и покатится также быстро, но остальные шары опять останутся почти неподвижными. Получается, что энергия удара передается мгновенно через всю цепочку, хотя каждый из промежуточных шаров перемещается незначительно, незаметно для глаза.



Фиг. 6. Если шаром *а* ударить по шару *б*, мгновенно отлетит шар *в*.

Примерно также создается ток в проводнике. При подключении к проводнику источника тока его энергия приводит в движение все свободные электроны и на всем его протяжении мгновенно создается ток. Каждый же электрон передвигается вдоль проводника очень медленно.

Постоянный и переменный токи

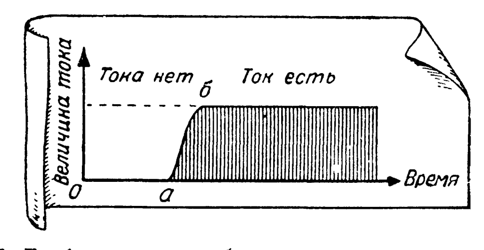
Итак, электрический ток есть упорядоченный поток электронов в проводнике. Но ток может быть постоянным или переменным.

Если электроны движутся по проводнику все время в одном направлении, говорят, что в нем существует **постоянный ток**. Источником его может быть присоединенная к проводнику электрическая машина постоянного тока, аккумулятор, батарейка от карманного фонаря. На схемах постоянный ток условно обозначают двумя короткими параллельными линиями (подобно знаку равенства).

Графически постоянный ток можно изобразить так, как показано на фиг. 7. Здесь по горизонтальной линии в условном масштабе отложен отрезок времени. По вертикальной линии отмечена, опять-таки условно, величина тока, которая характеризуется количеством электронов, проходящих по проводнику в каждый момент времени. Точка схождения этих линий обозначается нулем и является исходной для отсчета времени и величины тока.

Глядя на этот график, можно сказать, что в первый промежуток времени (отрезок *оа*) тока в цепи не было, к проводнику не был присоединен источник тока. В тот момент, когда источник был включен (точка *а*), в проводнике появился ток. Он быстро возрастал, достиг определенной величины (точка *б*) и сохранял эту величину до тех пор, пока электрическая цепь была замкнута.

Такой график может характеризовать, например, ток в электрической цепи, показанной на фиг. 5.



Фиг. 7. Графическое изображение постоянного тока.

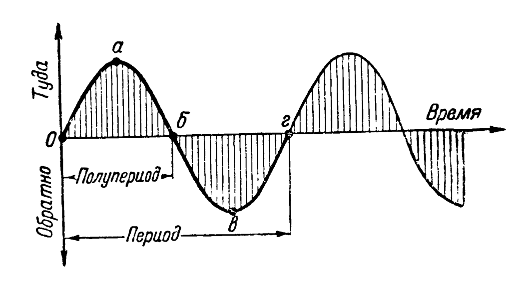
Если поменять местами полюса источника тока, тогда и электроны в проводнике изменят направление своего движения. Если на фиг. 5 электроны движутся слева направо, то при перемене полюсов направление их движения будет уже справа налево, изменится только направление, но ток попрежнему будет постоянным.

Если же полюса источника тока менять местами быстро и ритмично, то электроны в цепи будут в такт с этими переключениями изменять направление своего движения. Ток в проводнике будет идти сначала в одном направлении, затем в другом, обратном предыдущему направлению, потом вновь будет это повторяться до тех пор, пока меняются полюса источника тока, — в проводнике будет действовать переменный ток.

Ток, который попеременно (периодически) изменяет свое направление и величину, называют переменным током. Графическое изображение переменного тока показано на фиг. 8.

При переменном токе электроны совершают колебательные движения в проводнике. Движение электронов сначала в одну сторону и возвращение их в исходную точку считают одним полным колебанием тока, а время, в течение которого происходит одно колебание, называют периодом. Половину колебания называют полупериодом.

Число колебаний тока в проводнике в секунду называют частотой переменного тока. Единицей частоты переменного тока так же, как и звуковых колебаний, является герц (*гц*).



Фиг. 8. Графическое изображение переменного тока.

Источниками переменного тока являются электрические машины, носящие название генераторов переменного тока. У них знаки на полюсах не остаются постоянными, а все время периодически меняются. Тот полюс (зажим) генератора, который в некоторый момент времени был положительным, через долю секунды становится отрицательным, затем снова положительным, вновь отрицательным и т. д. Одновременно меняются знаки и другого полюса. При этом величина тока в электрической цепи изменяется плавно.

Глядя на график переменного тока (фиг. 8), можно сказать, что в начале первого периода (в точке *о*) тока не было. Затем ток появился и, плавно увеличиваясь, тек в одном направнии — туда. Достигнув наибольшего значения в момент времени *а*, ток убывал до момента *б*. В этот момент движение электронов на мгновение прекратилось (ток был равен нулю). Далее электроны вновь начали двигаться, но уже обратно. Ток вновь достиг наибольшей величины (в момент *в*), а затем уменьшился до нуля (момент *г*). Период закончился.

В следующие периоды все происходит так же, как и во время первого периода, как говорят, весь цикл движения электронов периодически повторяется.

Переменный ток, вырабатываемый электростанциями для освещения, для приведения в действие различных машин и других электрических устройств имеет частоту 50 *гц*, период такого тока равен $^1/_{50}$ секунды. Следовательно, через электрические лампочки, освещающие наши города, села, улицы, квартиры, ток попеременно 50 раз в секунду течет в одну сторону и столько же раз в другую. В течение одной секунды бывает 100 мгновений (моменты *о*, *б*, *г* на фиг. 8), когда тока через лампочку нет. Но кратковременных затуханий лампочки наш глаз не замечает, так как нить ее сильно разогревается и в моменты отсутствия тока она не успевает остывать.

Как мы знаем, ток может совершать работу — создавать свет, тепло, приводить в движение машины и т. д. Работа тока будет тем больше, чем больше электронов проходит каждую секунду по проводнику и чем больше «напор» этих электронов, создаваемый источником тока, который «гонит» электроны по проводнику. Вместо слова «напор» в технике пользуются термином напряжение. Чем больше будет избыток электронов на одном конце проводника и чем существеннее недостаток на другом его конце, тем стремительнее, с большим «напором» электроны будут двигаться по проводнику, тем больше будет напряжение. Но чем стремительнее будут двигаться электроны по проводнику, тем большее количество электронов будет проходить по нему в единицу времени, тем больше будет величина тока. Это справедливо во всех случаях, когда источник тока непрерывно восстанавливает избыток и недостаток электронов на своих полюсах, т. е. когда мы имеем дело с источником постоянного тока. В случае же источника переменного тока напряжение

и ток в цепи непрерывно изменяются; но чем большей величины будет достигать напряжение, тем большей величины будет достигать и ток.

Частота переменного тока

Современная электротехника почти не знает границ частоты переменных токов. Переменный ток создается той частоты, которая необходима: в единицы, сотни, тысячи, миллионы, миллиарды герц. При радиопередаче используют, например, токи частотой в сотни тысяч и миллионы герц. Они являются средством, с помощью которого можно передать человеческий голос на большое расстояние без проводов.

Для передачи телевидения используют токи с частотами в десятки миллионов герц, для радиолокации — с частотами в сотни миллионов герц.

Выражать частоты в тысячах и миллионах герц неудобно. Поэтому часто пользуются более крупными единицами частоты: килогерц (сокращенное обозначение *кгц*) — тысяча герц и мегагерц (сокращенное обозначение *мггц*) — миллион герц.

Все переменные токи принято подразделять на несколько основных групп.

Токи сравнительно небольших частот от 16—20 *гц* до 15—20 *кгц* (15 000—20 000 *гц*), которые можно преобразовать в слышимые звуковые колебания, если их пропустить через телефон или громкоговоритель, называют токами звуковой или низкой частоты.

Переменные токи частотой от 15—20 *кгц* до 30 *мггц* называют токами высокой частоты, или токами радиочастоты.

Переменные токи частотой выше 30 *мггц* называют токами сверхвысокой или ультравысокой частоты.

Нам придется иметь дело, в основном, с токами низкой и высокой частоты.

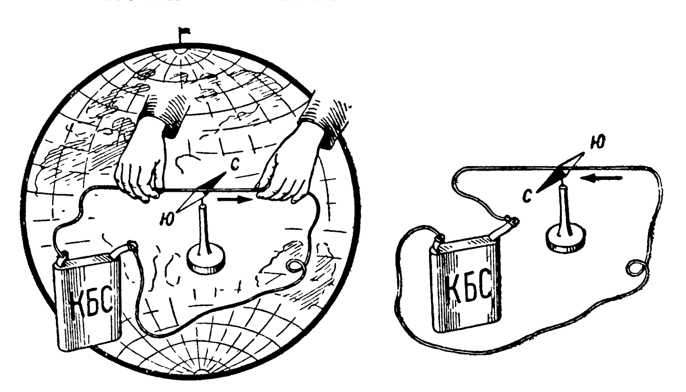
Тепловое, химическое, механическое и магнитное свойства тока

Когда мы говорим, что электрический ток выполняет какую-то работу, мы подразумеваем, что его энергия преобразуется в какой-либо иной вид энергии, проявляющей себя как тепло, свет, химическая реакция, магнитное поле, механическое движение и т. д. Всем этим мы пользуемся повседневно.

Движение электронов вызывает нагрев проводника. Чем больше величина тока, тем нагрев сильнее. При достаточно большом токе проводник может даже разрушиться — перегореть. Нагреваясь сам, проводник отдает тепло в окружающее пространство.

Это свойство тока использовал в лампочке накаливания ее изобретатель русский инженер А. Н. Лодыгин. Оно же используется в электрическом утюге, плитке и многих других электрических нагревательных приборах.

Электрический ток, проходя через алюминиевые руды, расплавляет их и выделяет металлический алюминий.



Фиг. 9. При изменении направления тока в проводнике меняется и направление его магнитного поля.

Если пропустить ток через воду, ее можно разложить на водород и кислород. С помощью тока можно разложить на химические элементы растворы. Это явление называют электролизом. На нем основано никелирование, хромирование, золочение различных металлических предметов.

Химическое действие тока используют в аккумуляторах — устройствах, служащих для накопления электрической энергии.

Наконец, электрический ток создает вокруг проводника, по которому он течет, магнитное поле — пространство, в котором проявляют себя магнитные силы. Это поле не может обнаружить ни глаз, ни ухо. Однако, если к проводнику, по которому течет постоянный ток, поднести компас, его стрелка обязательно встанет поперек проводника (фиг. 9). Она укажет направление магнитных силовых линий, т. е. воображаемых линий, в направлении которых действуют магнитные силы. Наиболее сильное магнитное поле получается около самого проводника; по мере удаления от него магнитное поле будет ослабевать.

Если поменять местами полюсы источника постоянного тока, т. е. изменить направление тока в проводнике, изменится и направление магнитных силовых линий. Магнитная стрелка повернется на угол в 180° (фиг. 9). Значит направление силовых линий магнитного поля, создаваемого электрическим током, зависит от направления тока в проводнике.

Магнитное поле, возникающее вокруг проводника с током, обладает всеми свойствами поля обыкновенного магнита.

Если в проводнике течет постоянный ток неизменной величины, его магнитное поле также будет постоянным, не изменяющимся. Уменьшится ток — слабее будет его магнитное поле. Увеличится ток — усилится его магнитное поле. Исчезнет ток — пропадет и его поле. Изменится направление тока — изменится и направление магнитного поля. Словом, ток и магнитное поле неразрывно связаны друг с другом.

Если поднести магнитную стрелку к проводнику, по которому течет переменный ток, она останется неподвижной. Но это не значит, что вокруг этого проводника с током нет магнитного поля. Оно есть, но оно переменное. Стрелка же не будет отклоняться только вследствие своей «неповоротливости», она не будет поспевать следовать за быстрыми изменениями направления тока и его магнитных силовых линий. Чем больше частота тока, тем больше и частота изменений его магнитного поля.

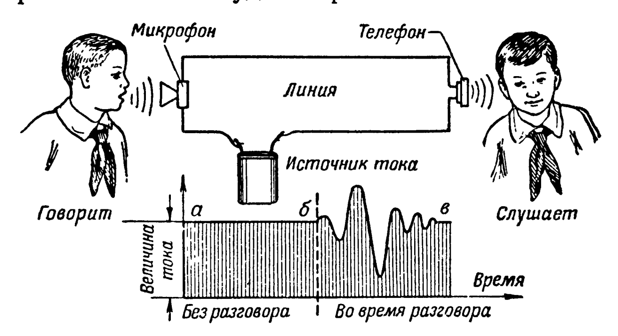
Нужно еще сказать, что между электрическими зарядами всегда имеется электрическое поле, т. е. в пространстве около них действуют электрические силы.

Как же проявляется электрическое поле?

Известно, что если потереть гребешок кусочком сукна или шелка, он электризуется — на нем возникают электрические заряды. Такой наэлектризованный гребешок способен притягивать к себе пылинки, кусочки бумажки.

Объясняется это явление следующим образом: около наэлектризованного гребешка возникает электрическое поле — действуют электрические силы. Вследствие этого бумажки и притягиваются к гребешку. Иначе нельзя представить себе действие наэлектризованного гребешка на расстоянии.

Если заряды будут переменными, то и электрическое поле будет переменным.



Фиг. 10. При передаче разговора по электрическому проводу микрофон преобразует звук в колебания электрического тока, а телефон преобразует эти колебания снова в звук.

Передача звука с помощью электрического тока

В заключение этой беседы расскажем, каким образом происходит передача звука с помощью электрического тока.

Посмотрим, как устроена и действует простейшая телефонная установка, с помощью которой можно переговариваться двум собеседникам. На фиг. 10 мы видим электрическую цепь, составленную из батарейки от карманного фонаря, микрофона — прибора, преобразующего звуковые колебания воздуха в электрические колебания, телефона, преобразующего колебания электрического тока в звуковые колебания воздуха, и соединительных проводников.

Батарейка создает в цепи постоянный ток. Если начать говорить перед микрофоном, то колебания воздуха, созданные голосовыми связками человека, будут заставлять дрожать (колебаться) тоненькую пластинку микрофона, называемую мембраной. Мембрана в такт со своими колебаниями будет изменять плотность прилегания друг к другу частиц угольного порошка в микрофоне. В те моменты, когда угольный порошок сжимается, т. е. его частицы плотнее прижимаются друг к другу, он лучше проводит ток, чем в те моменты, когда частицы угольного порошка находятся в «расслабленном» состоянии.

В результате в такт с колебаниями мембраны будет изменяться и величина тока в цепи. Если при отсутствии разговора в цепи течет постоянный ток неизменной величины (отрезок времени *аб* — фиг. 10), то при разговоре величина его все время изменяется, колеблется (отрезок времени *бв* — фиг. 10). Такой ток называют пульсирующим.

Таким образом, звуковые колебания воздуха с помощью микрофона изменяют величину тока с частотой звуковых колебаний. Сколько колебаний в секунду будет делать мембрана микрофона, столько же колебаний будет совершать и ток в цепи. Эти колебания представляют собой как бы «электрический рисунок» звука.

Созданный микрофоном ток звуковой частоты протекает через телефон и вызывает колебания его мембраны; эти колебания заставляют колебаться воздух в канале нашего уха и через него барабанную перепонку. Таким образом, мы слышим то, что говорится в микрофон.

Советуем прочитать:

Б. Н. Суслов, Звук и слух (Научно-популярная библиотека), Гостехиздат, 1948.

А. Д. Батраков, Элементарная электротехника (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1950.

Г. И. Бабат, Электричество работает, Госэнергоиздат, 1950.

Э. И. Адирович, Электрический ток (Научно-популярная библиотека), Гостехиздат, 1950.

Ф. Л. Вейтков, Электричество в нашей жизни (Научно-популярная библиотека), Гостехиздат, 1950.

А. И. Китайгородский и В. А. Мезенцов, Атом и молекула, Госкультпросветиздат, 1952.

М. А. Сидоров, От лучины до электричества (Научно-популярная библиотека), Гостехиздат, 1953.

Беседа четвертая

ПЕРВОЕ ЗНАКОМСТВО С РАДИОПЕРЕДАЧЕЙ И РАДИОПРИЕМОМ

Слово «радио» произошло от латинского слова «излучаю», что значит испускаю лучи. По-латински луч называется радиусом.

Если из точки провести во все стороны прямые расходящиеся линии — радиусы, получится рисунок солнца примерно в том виде, как его изображают дети. В действительности оно так и есть. От солнца во все стороны расходятся радиусы — лучи света.

Излучение радиоволн

Радиостанция излучает радиоволны во все стороны наподобие лучей света — по радиусам[1].

Основными сооружениями радиостанции являются передатчик и антенна. Передатчик представляет собой сложное устройство, вырабатывающее ток высокой частоты. Антенна радиостанции представляет собой систему электрических проводников, поднятых над землей на высоких мачтах или башнях.

В антенну поступает ток высокой частоты от передатчика. В результате этого вокруг ее проводников возникают электрическое и магнитное поля. Оба эти поля изменяются с такой же частотой, с какой изменяется ток в антенне.

Фактически вокруг антенны получается одно общее переменное силовое поле, обладающее свойствами как электрического, так и магнитного полей. Такое поле называют электромагнитным полем.

[1] Некоторые радиостанции, предназначаемые для связи, имеют антенны, излучающие электромагнитные волны только в одном направлении.

Особенностью электромагнитного поля, возбужденного током высокой частоты, является то, что оно не остается сосредоточенным вокруг антенны, а отделяется от нее, удаляется и распространяется в окружающем пространстве, унося в себе энергию, которую антенна получает от передатчика. Это явление носит название излучения электромагнитных волн. Электромагнитные волны, излучаемые передающими радиостанциями, называют радиоволнами.

Скорость распространения радиоволн в пространстве равна скорости распространения света — 300 000 *км/сек*, т. е. почти в миллион раз больше скорости распространения звука в воздухе. Если, например, на Московской радиовещательной станции в некоторый момент включить передатчик, то меньше чем через $^1/_{30}$ сек. создаваемое ее антенной электромагнитное поле (радиоволны) распространится до Владивостока. А звук в воздухе за это время успеет распространиться всего только на расстояние 11 *м*.

Совпадение скоростей распространения радиоволн и света не случайно. Невидимые электромагнитные волны, излучаемые антенной радиостанции, по своей природе подобны свету. Свет также представляет собой распространяющееся в пространстве электромагнитное поле, но только несравненно более высокой частоты — от 400 до 800 миллионов *мггц*. Этим только и объясняется, что радиоволны невидимы для глаз, а световые воспринимаются глазом.

Необходимо отметить и то, что тепло также представляет собой распространяющееся в пространстве невидимое электромагнитное

поле, частота которого несколько меньше, чем у света, но во много раз больше, чем у радиоволн.

Электромагнитные волны и «переменное электромагнитное поле» — это два названия одного и того же явления. Радиоволны являются частным случаем электромагнитных волн.

В силу общности своей природы свет, тепло и электромагнитное поле радиостанции могут распространяться в виде волн и там, где нет воздуха. В этом коренное отличие световых, тепловых и радиоволн от звуковых волн, для распространения которых совершенно необходимо наличие в пространстве воздуха.

Следует отметить, что как для световых волн, так и для невидимых радиоволн существуют тела «прозрачные», через которые они могут проникать, и «непрозрачные», которые задерживают их распространение. Однако некоторые непрозрачные для света тела свободно пропускают через себя радиоволны. Например, радиоволны проходят сквозь деревянные и кирпичные стены домов так же свободно, как свет сквозь стекло. В то же время верхние слои атмосферы, совершенно прозрачные для света, иногда могут быть непреодолимым препятствием на пути радиоволн.

Относительно медленные изменения электромагнитного поля, излучаемого радиостанцией, не могут быть обнаружены нашими органами чувств подобно тому, как могут быть обнаружены более быстрые изменения электромагнитных полей при световом и тепловом излучении. Но если на пути радиоволн встречается проводник, они возбуждают в нем переменный ток точно такой же частоты, какой ток создал эти волны. На этом явлении и основан прием радиопередач (радиоприем).

«Улавливание» энергии радиоволн из пространства осуществляется с помощью п р и е м н о й   а н т е н н ы. Простейшая антенна представляет собой проводник, подвешенный на некоторой высоте над землей. Достигая приемной антенны, радиоволны возбуждают в ней токи высокой частоты. На образование этих токов расходуется часть энергии, содержащейся в радиоволнах, т. е. электромагнитное поле отдает антенне свою энергию. Эти токи могут быть обнаружены при помощи радиоприемника, присоединенного к антенне.

Возможность приема радиопередач на том или другом расстоянии зависит от того, насколько сильное электромагнитное поле создает антенна передатчика или, как говорят, насколько велика его мощность, а также от качества приемной антенны и радиоприемника. С помощью радиоприемника, содержащего в себе электронные лампы, передачу радиовещательной станции можно принимать на большем расстоянии, чем с помощью детекторного радиоприемника. Чем дальше от станции будет осуществляться радиоприем, тем меньшее количество энергии проводник приемной антенны может «уловить» из пространства. На некотором расстоянии от радиостанции энергия ее радиоволн будет настолько мала, что никакой радиоприемник не сможет ее обнаружить.

Модуляция

В предыдущей беседе мы говорили, что при телефонной передаче по проводам звуки, действующие на микрофон, преобразуют постоянный ток в ток, изменяющийся по величине. Эти изменения тока заставляют звучать телефон.

Процесс передачи звуков по радио значительно сложнее. Здесь от передающей до приемной станции распространяется не электрический ток, а радиоволны.

Давайте организуем экскурсию по следам звука во время радиопередачи!

Пойдемте прежде всего в радиостудию. Радиостудия — это помещение, из которого ведут передачи. Здесь установлен микрофон. Не только разговор и музыка, но и шорох, шепот, шаги немедленно преобразуются микрофоном в ток звуковой частоты.

Если же мы заглянем на радиовещательную станцию, то увидим передатчик с большими радиолампами, катушками, измерительными приборами.

Но вот перед микрофоном заговорил диктор. Стрелки приборов передатчика стали двигаться и за десятки, сотни и тысячи километров миллионы людей услышали из громкоговорителей голос диктора.

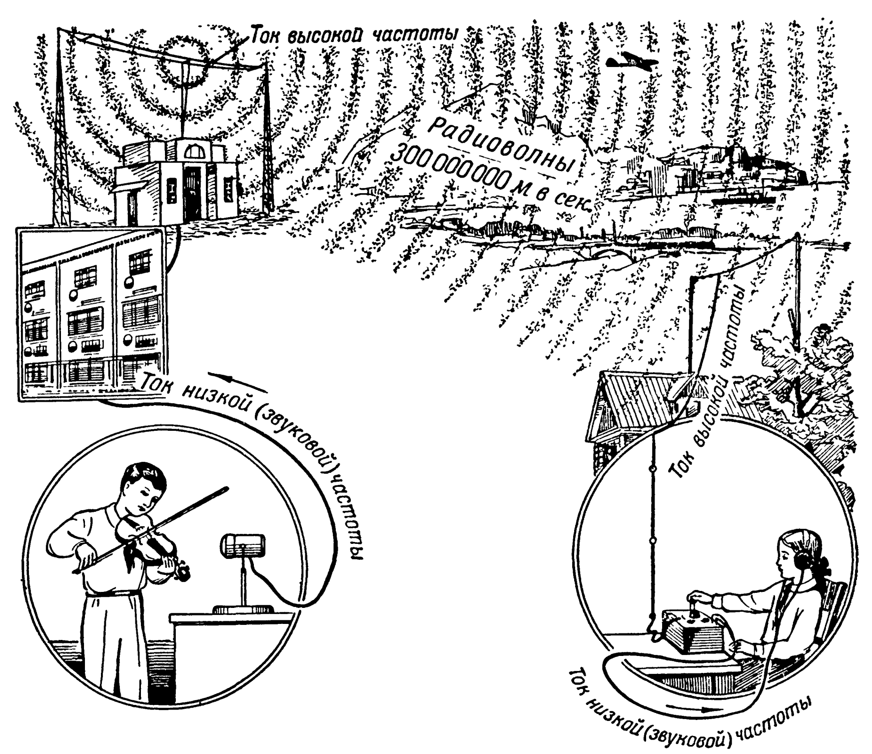
Как это происходит?

Микрофон, который установлен в студии, преобразует звук в переменный ток низкой (звуковой) частоты (фиг. 11). Но этот ток очень слаб. Его усиливают специальные устройства — у с и л и т е л и, находящиеся в помещении рядом со студией. Усилители соединены проводами с передатчиком. По этим проводам на радиостанцию идут уже более сильные токи звуковой частоты.

При отсутствии разговора или музыки в радиостудии передатчик посылает в антенну ток строго определенной высокой частоты и амплитуды (фиг. 12). Созданные микрофоном (при разговоре) токи звуковой частоты, усиленные с помощью усилителей, изменяют амплитуды тока высокой частоты, идущего от передатчика в его антенну. При этом все изменения высокой частоты в антенне и излучаемая энергия радиоволн в точности следуют за изменениями

тока звуковой частоты, создаваемого микрофоном. Чем больше будут амплитуды тока, идущего от микрофона, тем в больших пределах будут изменяться амплитуды тока высокой частоты и излучаемая антенной электромагнитная энергия. Чем больше будет частота передаваемого звука, тем с большей частотой будут изменяться амплитуды тока высокой частоты в антенне радиостанции (фиг. 12).

Процесс изменения амплитуд токов высокой частоты на радиостанции называют **амплитудной модуляцией**. Изменяющиеся по амплитуде токи высокой частоты носят название **модулированных колебаний**[1].



Фиг. 11. Схема радиопередачи и радиоприема.

Модулированные колебания, распространяясь в пространстве в виде радиоволн и встречая на своем пути приемную антенну, возбуждают в ней токи высокой частоты точно с таким же «звуковым узором», с каким был ток в антенне передатчика.

Таким образом, электромагнитные колебания высокой частоты «переносят» на себе звук, неспособный самостоятельно распространяться на большие расстояния. Поэтому их называют колебаниями **несущей** частоты.

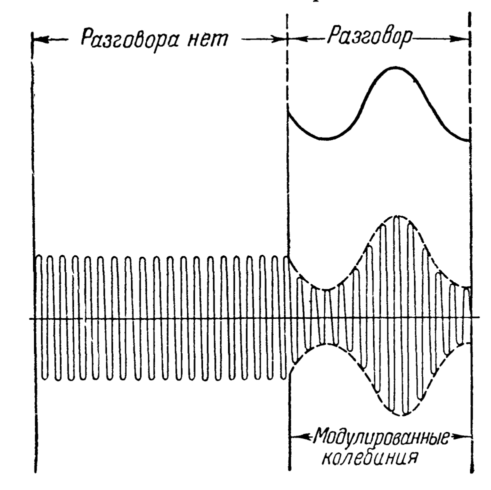
Задача антенны радиоприемника заключается в том, чтобы «захватить» из пространства как можно больше энергии радиоволн.

Но в приемной антенне возбуждаются токи радиоволнами не одной, а многих радиостанций.

Значит задача приемного устройства заключается еще и в том, чтобы настроиться на нужную радиоволну. В приемниках это осуществляется так называемыми **колебательными контурами**. Затем из модулированных колебаний высокой частоты нужно выделить ток звуковой частоты и преобразовать его в звук. Выделение тока звуковой частоты осуществляется в радиоприемнике детектором, а преобразование его в звук — телефоном.

Длина радиоволны

Длина радиоволны есть расстояние, на которое электромагнитная энергия распространяется за один период колебания тока в антенне передатчика.



Фиг. 12. При действии звука на микрофон ток высокой частоты в антенне передатчика изменяется по амплитуде.

[1] На радиовещательных станциях, работающих на ультракоротких волнах, применяется часто не амплитудная, а так называемая частотная модуляция. При этом виде модуляции от действия токов низкой (звуковой) частоты, создаваемых микрофоном, изменяется частота колебаний в антенне радиостанции, а амплитуда их все время остается неизменной.

Как же это понимать?

За время одного колебания тока в проводниках антенны в пространстве возникает одна электромагнитная волна (радиоволна). А это значит, что чем больше частота тока, тем большее количество следующих друг за другом радиоволн возникнет в пространстве в течение каждой секунды.

Скорость распространения радиоволн, как мы говорили, составляет 300 000 *км* в секунду, или 300 000 000 *м* в секунду. Допустим, что частота переменного тока в антенне радиостанции равна 1 000 000 *гц*. Тогда период одного колебания тока и электромагнитного поля будут равны одной миллионной доле секунды (0,000001 сек.).

За одну секунду радиоволна проходит расстояние 300 000 000 *м*, значит за одну миллионную долю секунды она пройдет расстояние в миллион раз меньше, т. е.

$$\frac{300\,000\,000}{1\,000\,000} = 300 \text{ м}.$$

Следовательно, длина волны этой радиостанции 300 *м*.

Таким образом, чтобы узнать длину волны, надо скорость распространения радиоволн разделить на частоту тока радиостанции.

Каждая радиовещательная станция посылает в свою антенну токи высокой (несущей), строго постоянной частоты, отличающейся от частот поступающих в антенны всех других радиостанций. Поэтому и длины волн различных радиостанций всегда различны, но строго постоянны для каждой из них. Это и дает возможность вести прием передач любой радиостанции без помех со стороны других.

Подчеркиваем, что не следует смешивать понятие о длине волны, на которой работает радиостанция, с дальностью ее действия, т. е. с расстоянием, на котором ее передачи могут быть услышаны. Дальность действия радиостанции, правда, зависит от ее длины волны, но не отождествляется с нею. Передача на волне длиной в несколько десятков метров может быть услышана на расстоянии в несколько тысяч километров, но не всегда слышна на более близких расстояниях. В то же время передача радиостанции, работающей на волне длиной в сотни и тысячи метров, часто не слышна на таких больших расстояниях, на которых слышны передачи коротковолновых станций.

Дальность действия радиостанций больше всего зависит от того, насколько сильные электромагнитные поля создают их антенны (от мощности передатчиков). Чем бо́льшую электромагнитную энергию излучает антенна передатчика, тем на бо́льшем расстоянии можно вести прием его передач. Здесь можно привести аналогию со светом. Чем ярче, мощнее источник света, тем на большем расстоянии он виден.

Диапазоны радиоволн

Радиовещательные станции работают на волнах, находящихся в пределах так называемых радиовещательных диапазонов:

длинноволнового (сокращенно ДВ) — от 2 000 до 700 *м* (частоты от 150 до 430 *кгц*);

средневолнового (сокращенно СВ) — от 575 до 187 *м* (частоты от 520 *кгц* до 1,6 *мггц*);

коротковолнового (сокращенно КВ) — примерно от 60 до 13 *м* (частоты от 5 до 29 *мггц*);

ультракоротковолнового (сокращенно УКВ) — от 4,65 до 3,95 *м* (частоты от 64,5 по 76 *мггц*); волны этого диапазона называют часто также метровыми волнами.

Следует отметить, что советские длинноволновые радиовещательные станции используют не весь длинноволновый диапазон — работают только на волнах длиной от 2 000 до 1 052 *м* (на частотах от 150 до 285 *кгц*).

Коротковолновые радиовещательные станции неравномерно распределены по указанному выше КВ диапазону: больше всего радиовещательных станций работает на волнах длиной около 19, 25, 31 и 41 *м*; имеются радиовещательные станции, работающие на волнах длиной около 49, 50 и 60 *м*. Соответственно коротковолновый радиовещательный диапазон подразделяется на 19-метровый, 25-метровый, 31-метровый и т. д.

Волна длиной в 600 *м* отведена для передачи сигналов бедствия кораблями в море. На этой волне работают все морские аварийные передатчики и на эту волну настроены приемники всех спасательных станций и маяков.

Распространение радиоволн различной длины

Длинные и средние волны радиовещательных станций в дневное время распространяются вдоль земной поверхности, огибая ее (фиг. 13). Это так называемые земные или поверхностные радиоволны.

Энергия этих волн по мере удаления от антенны передатчика рассеивается и поглощается землей и на некотором расстоянии от радиостанции ее передача не может быть обнаружена.

Дальность действия длинноволновой или средневолновой радиовещательной станции бу-

дет тем больше, чем больше ее мощность. Однако чем короче волна, тем больше ее поглощение землей и поэтому передача радиостанции, работающей, например, на волне длиной 300 *м* днем, может быть услышана на расстоянии приблизительно в три раза меньшем, чем передача такой же радиостанции, но работающей на волне длиной 1 500 *м*.

В ночное время передачу этих радиовещательных станций можно слышать на бо́льших расстояниях, чем днем. Дело в том, что хотя антенны длинноволновых и средневолновых радиовещательных передатчиков всегда стараются строить с такими свойствами, чтобы они бо́льшую часть энергии излучали во всех направлениях вдоль земной поверхности, однако часть энергии радиоволн излучается и вверх, под некоторыми углами к земной поверхности. Днем эта энергия бесполезно теряется, но в ночное время она может возвратиться на земную поверхность на таких расстояниях от радиовещательной станции, на которых прием ее земной волны уже невозможен.

Объясняется это следующими причинами. Под действием солнечных лучей и некоторых других причин из атомов газов, содержащихся в верхних слоях атмосферы (расположенных на высотах 90—100 *км* и выше), выделяются электроны, появляются ионы, как говорят, происходит ионизация этих атмосферных слоев, они приобретают способность поглощать радиоволны и искривлять направление их распространения (преломлять). Поэтому волны, пройдя путь в ионосфере, могут возвращаться на землю на значительных расстояниях.

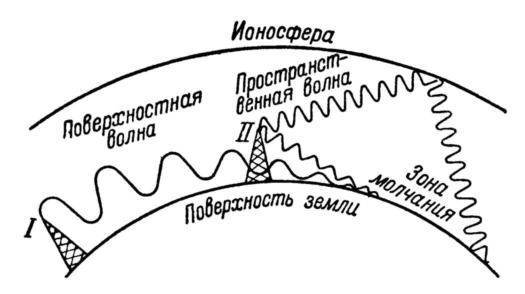
Особо большое значение имеет ионосфера для распространения коротких волн.

Только некоторая часть энергии, излучаемой радиостанцией, работающей на коротких волнах, распространяется вдоль земной поверхности подобно длинным волнам. Поверхностные волны, созданные коротковолновой станцией, сильно поглощаются землей и обнаружить их на расстоянии в несколько десятков километров уже невозможно.

Кроме поверхностных волн, антенна коротковолнового передатчика излучает вверх под различными углами к земле и пространственные волны. Эти волны особо хорошо «отражаются» от ионизированных слоев и возвращаются к земле, но уже на значительном расстоянии от радиостанции (фиг. 13). Отражение коротких волн от ионосферы может быть многократным, т. е. они могут пройти в ионосфере большой путь.

Таким путем пространственные волны могут возвратиться до передающей станции, сделав кругосветное путешествие. Этим и объясняется секрет хорошей слышимости коротковолновых радиостанций на больших расстояниях даже при малых мощностях передатчика.

Но это свойство коротких волн имеет и свои недостатки. Образуются районы, где передача коротковолновой станции не слышна. Такие районы называются зонами молчания (фиг. 13). Так как высота и свойства ионосферы в течение суток изменяются, изменяются условия распространения в ней коротких волн различной длины. Поэтому в течение суток приходится менять волны, чтобы прием одной и той же станции был устойчив.



Фиг. 13. Пути распространения волн, излучаемых длинноволновой (*I*) и коротковолновой (*II*) радиостанциями.

Ультракороткие волны (УКВ) по своим свойствам наиболее близки к световым лучам — в основном они распространяются прямолинейно. Поэтому уверенный прием радиовещательной станции, работающей по УКВ, возможен в тех случаях, если между ее антенной и приемной антенной можно мысленно провести прямую линию, которая по всей своей длине не встречает каких-либо препятствий: возвышенностей, лесов, строений и т. п.

Поэтому ультракоротковолновые радиовещательные станции предназначаются только для обслуживания относительно небольших расположенных вокруг них территорий.

Но хороший прием УКВ радиостанций получают и за пределами геометрической прямой видимости.

Это объясняется тем, что путь УКВ несколько искривляется, как бы «пригибается» к земле, следует за кривизной земной поверхности (так называемые явления атмосферной рефракции и диффракции). Вследствие этого расстояние, на котором возможен прием ультракоротковолнового передатчика, несколько увеличивается. Однако и с учетом этого явления надежная дальность действия радиовещательной станции, работающей на УКВ, не превышает, как правило, 60—80 *км*.

Следует отметить, что в обычных условиях ионизация верхних слоев атмосферы недоста-

точна для «отражения» волн ультракоротковолнового диапазона: они испытывают в ионосфере только преломление (путь их искривляется), но на землю не возвращаются [1].

Средства радиоприема

Итак, для приема радиостанций нужны антенна и радиоприемник.

Различают две основных группы радиоприемников: детекторные и ламповые (с электронными лампами).

Детекторные радиоприемники являются наиболее дешевыми, не требуют для своей работы местных источников электрического тока, очень просты для самостоятельного изготовления, требуют минимальных технических знаний для изготовления и управления ими, нуждаются лишь в самом незначительном уходе. Недостатком детекторных приемников является необходимость слушать радиопередачу на телефоны (наушники) и невозможность приема дальних станций. Только при близости к мощной радиостанции, при наличии хорошей антенны и заземления на детекторный приемник можно получить не очень громкий прием на громкоговоритель.

Ламповые радиоприемники сложнее детекторных и к тому же для их работы нужны источники электрической энергии. В соответствии с видом питания различаются батарейные и сетевые радиоприемники.

Батарейные приемники предназначены для работы в тех местностях, где единственным источником электрической энергии могут быть батареи, составленные из гальванических элементов, или аккумуляторы. Такие радиоприемники, если они имеют малый вес и размер, могут использоваться в качестве радиопередвижек для экспедиций, туристских походов, экскурсий, прогулок.

[1] Нужно, однако, отметить, что в так называемые периоды максимума солнечной деятельности (когда на солнце наблюдается наибольшее количество пятен), когда ионизация верхних слоев атмосферы получается очень сильной, наблюдались случаи приема УКВ радиостанций на больших расстояниях. Но такие периоды бывают редко и поэтому рассчитывать на сколь-либо регулярный прием УКВ станций на больших расстояниях не приходится.

Сетевые радиоприемники применяются только в местностях, где имеются сети электрического освещения. Они выгодно отличаются от батарейных тем, что работа с ними требует гораздо меньших хлопот в деле обеспечения электроэнергией.

Сделать самому ламповый приемник значительно труднее, чем детекторный, но зато даже с помощью простейшего одноланпового радиоприемника можно слушать на телефонные трубки десятки самых разнообразных часто очень удаленных станций.

Для громкоговорящего приема необходим либо приемник с двумя-тремя или с бо́льшим числом ламп, либо ламповый усилитель к приемнику. Как и ламповый приемник, усилитель требует источников тока.

Наша радиопромышленность выпускает в большом количестве различные типы радиоприемников, обеспечивая возможность слушать радиопередачи в любом месте нашей страны.

Наряду с радиофикацией с помощью отдельных радиоприемников в нашей стране родилась и получила широкое распространение радиофикация с помощью радиотрансляционных узлов, которые сокращенно называют радиоузлами.

На радиотрансляционном узле установлен многоламповый приемник, хорошо принимающий передачи вещательных станций. Принятая им передача в виде тока звуковой частоты усиливается и передается по проводам ко многим радиослушателям. У радиослушателей установлены громкоговорители, преобразующие этот ток в звук. Громкоговорители работают бесперебойно, по расписанию радиоузла, не требуя почти никаких забот со стороны радиослушателей.

Советуем прочитать:

Г. М. Давыдов, Говорит Москва, Связьиздат, 1949.

Ф. Честнов, Радио сегодня, Воениздат, 1950.

А. Д. Батраков и С. Кин, Элементарная радиотехника (Массовая радиобиблиотека), часть первая, Госэнергоиздат, 1951.

Беседа пятая

КАК УСТРОИТЬ АНТЕННУ И ЗАЗЕМЛЕНИЕ

Каждый начинающий радиолюбитель должен помнить, что чем больше энергии радиоволн мы захватим из пространства, тем более громкую слышимость радиопередачи мы сможем получить. Это особенно относится к детекторным и простым ламповым радиоприемникам. Для хорошей работы радиоприемника нужно также надежное заземление. Поэтому, чтобы наши даже первые опыты по радиоприему были успешны, нужно прежде всего построить хорошую антенну и сделать надежное заземление.

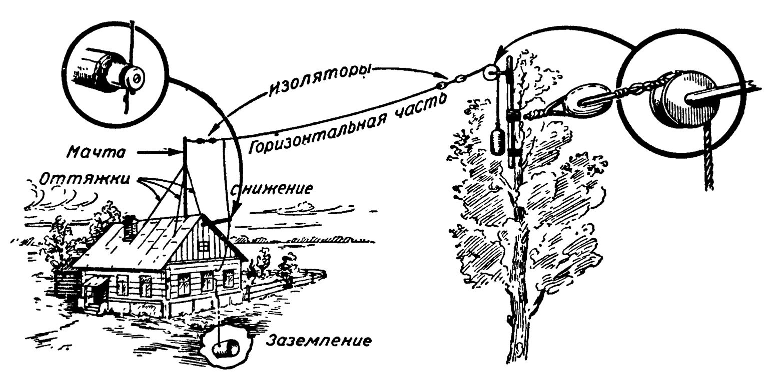
Устраивать антенну и заземление надо по возможности летом или осенью, пока мороз не схватывает пальцы рук.

Какую антенну строить?

Нашему юному читателю наверное приходилось видеть много разных конструкций антенн, подвешенных к мачтам (шестам), установленным на крышах или на земле, привязанных к деревьям и к другим высоким предметам. Большинство антенн представляет собой длинные провода, протянутые высоко над землей и одним своим концом входящие в дома, где установлены радиоприемники. Часто встречаются антенны в виде проволочных метелок или рамок на шестах, установленных на крышах. Все эти антенны носят название *наружных*, так как они находятся снаружи зданий. Некоторые радиолюбители и радиослушатели располагают свои антенны внутри зданий. Такие антенны носят название *комнатных* или *внутренних*.

Начинающему радиолюбителю рекомендуем построить наружную *Г-образную антенну*, т. е. антенну, напоминающую своим видом букву Г. Такая антенна будет лучшей для любого радиоприемника, особенно детекторного.

Г-образная антенна (фиг. 14) состоит из *горизонтального* или немного наклонного провода длиной 25 — 50 *м*, подвешенного на высоте не менее 10—15 *м* над землей, и *снижения* — провода, свисающего от одного из концов горизонтального провода и нижним своим концом входящего в дом, к радиоприемнику. Длина снижения зависит от высоты подвески горизонтальной части антенны. Та часть снижения, которая вводится в дом, называют *вводом* антенны.



Фиг. 14. Г-образная антенна.

Чем дальше от нас расположена ближайшая радиовещательная станция, тем выше нужно подвешивать горизонтальную часть приемной антенны. Чем выше расположена горизонтальная часть антенны, тем громче будет радиоприем. Если антенна располагается среди деревьев, домов или других построек, то горизонтальная часть должна быть выше их.

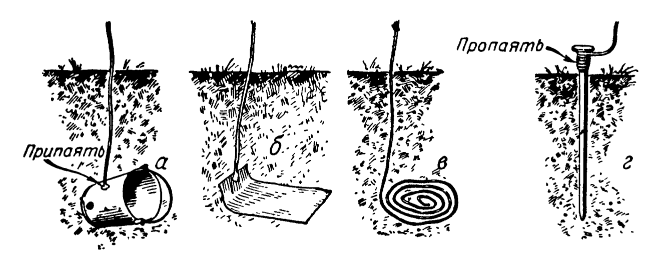
Прежде чем подвешивать провод наружной антенны, его надо заземлить — соединить его с землей проводником. Поэтому заземление необходимо устроить до подвески провода антенны. Дело в том, что в проводе антенны создаются электрические заряды от разрядов молнии и от других электрических явлений, происходящих в атмосфере. Заряды в антенне иногда могут быть большими, ощутимыми при соприкосновении. Соединяя же провод антенны с заземлением, мы этим самым отведем заряды в землю.

Устройство заземления

Возле самого дома, возможно ближе к месту установки радиоприемника или к окну, через которое предполагается вводить провода заземления и антенны, нужно вырыть яму глубиной не менее 1—1,5 *м*. Чем суше почва, тем глубже нужно рыть яму. Во всяком случае, яму следует рыть до глубины, на которой земля всегда сохраняет влагу. В яму укладывается какой-нибудь металлический предмет, например старое, но не заржавевшее ведро (фиг. 15,*а*), лист жести или оцинкованного железа (фиг. 15,*б*) размером примерно 50 × 100 *см*, к которым предварительно припаяна проволока. С помощью этой проволоки заземление будет соединяться с радиоприемником. Если нет железного листа подходящего размера, в яму можно положить два или боль-

шее число листов железа меньшего размера, имеющих вместе такую же площадь. К каждому листу нужно припаять по куску проволоки и затем спаять их вместе.

Можно также в яму уложить моток голой (неизолированной) проволоки диаметром не



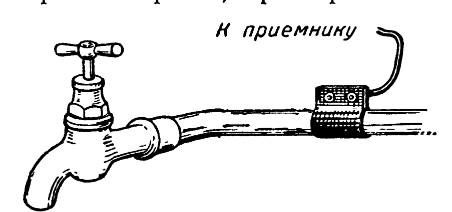
Фиг. 15. Различные способы устройства заземления.

менее 1 *мм* (фиг. 15,*в*). В таком мотке должно быть несколько десятков метров проволоки.

После того как в яму погружен металлический предмет или моток проволоки, она засыпается землей. С проводом, выходящим из ямы при засыпке, нужно обращаться осторожно, следить за тем, чтобы не перебить его лопатой. Засыпку следует производить небольшими слоями земли, тщательно утрамбовывая каждый их них.

Хорошее заземление можно сделать из стальной (железной) трубы длиной 1—1½ *м*. Один конец трубы сплющивается или заостряется, а к другому ее концу припаивается проволока, предназначенная для ввода в дом. Труба забивается в землю (фиг. 15,*г*). Если забить несколько таких труб (2—4), то заземление получится лучше.

Провод заземления с помощью скобок прибивается к стене дома (фиг. 14), и затем его конец через отверстие, просверленное в раме



Фиг. 16. Водопроводная труба в качестве заземления.

окна или стене, пропускается в комнату. Изолировать провод заземления не нужно.

Если в землю закопано несколько листов железа или забито несколько труб, отдельные проводники, идущие от них, свиваются в жгут, спаиваются и один провод от него вводится в помещение.

В городе, где есть водопровод или центральное водяное (паровое) отопление, хорошим заземлением могут служить их трубы, так как они соединяются с трубами, проложенными под землей. Труба, по возможности ближе к месту установки приемника, зачищается до блеска напильником. На этом месте на трубу туго наматывается конец зачищенной медной проволоки, которая пойдет к приемнику. Соединение провода с трубой можно сделать и с помощью металлического хомутика (фиг. 16).

Провод заземления возможно кратчайшим путем вдоль стены подводится к месту установки радиоприемника. Крепить его к стене нужно скобочками.

Материалы для антенны

Для устройства Г-образной антенны нужны следующие основные материалы: шесты, провод, антенные изоляторы, фарфоровые втулки и воронки, эбонитовая трубка, грозовой переключатель.

Шесты для мачт должны быть по возможности прямыми, их нужно очистить от коры и сучьев. Размеры шестов зависят от того, где они будут устанавливаться.

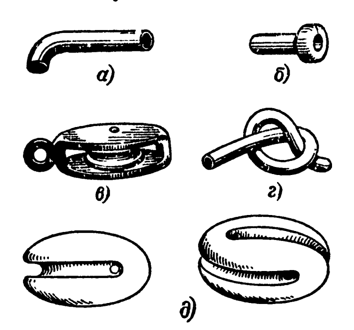
Провод нужен для горизонтальной части антенны, снижения и ввода. Лучше всего применять так называемый антенный канатик — многожильный провод, свитый из тонких медных проволочек, или медную проволоку диаметром в 1,5—2 *мм*. В крайнем случае можно применить и стальной оцинкованный канатик или оцинкованную стальную (железную) проволоку диаметром около 3 *мм*. Проволоку тоньше 1,5 *мм* применять не следует, так как антенна из нее получится непрочной. Не рекомендуется также применять алюминиевую проволоку, так как на воздухе она скоро становится ломкой (хрупкой) и обрывается.

Если нет антенного канатика или другой подходящей проволоки, но есть в достаточном количестве голый или эмалированный провод диаметром в 0,2—0,4 *мм*, из него можно свить канатик, скрутив вместе 6—8 таких проводов.

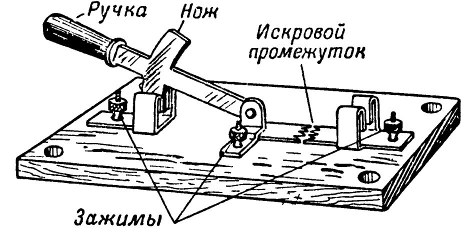
Горизонтальную часть антенны, снижение и ввод лучше сделать из одного целого куска; если нет провода необходимой длины в одном куске, то концы соединяемых проводов нужно хорошо зачистить, прочно скрутить и спаять.

Не следует применять для антенны куски проволоки из разных металлов, например стальную и медную, так как от воздействия влаги и тепла в месте их соединения происходит окисление, которое может нарушить электрическое соединение между кусками проволоки.

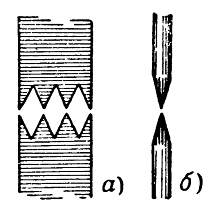
Антенные изоляторы служат для того, чтобы предотвратить утечку токов высокой частоты из антенны в землю через мачты или деревья, на которых подвешен провод антенны. Нужно иметь 4—6 специальных «орешковых» фарфоровых изоляторов (фиг. 17,*д*). Вместо них могут быть использованы фарфоровые ролики, применяемые при проводке электрического освещения, горлышки от стеклянных бутылок или, в крайнем случае, катушки от ниток, проваренные в парафине.



Фиг. 17. Материалы, необходимые для устройства антенны.



Фиг. 18. Грозопереключатель.



Фиг. 19. Устройство разрядников.

а — зубчатые пластинки; *б* — остро заточенные стержни.

Фарфоровые втулки и воронки (фиг. 17,*а* и *б*) нужны для того, чтобы изолировать провод снижения от стены или рамы окна в месте прохода его в здание.

Если снижение будет пропускаться через отверстие, просверленное в стене или колоде окна, нужна одна воронка и одна втулка; если же снижение должно проходить через двойные оконные рамы, нужно иметь три втулки и одну воронку. Вместо воронки можно применить втулку и, наоборот, вместо втулки — воронку.

Эбонитовая трубка (фиг. 17,*г*) нужна для той же цели, что и втулки. Ее диаметр должен быть таким, чтобы она могла входить внутрь втулки и воронки. Необходимо иметь кусок трубки, по длине несколько большей толщины стены или колоды окна. Вместо эбонитовой трубки можно применить резиновую, линоксиновую или кембриковую трубку. В крайнем случае можно обойтись и без эбонитовой трубки.

Блок небольшого диаметра (фиг. 17,*в*) нужен для подвески горизонтального провода антенны. С помощью блока легко регулировать натяжение антенны.

Грозовой переключатель (фиг. 18) необходим для соединения антенны с землей, когда приемник не работает, и во время приближения грозы. В случае возникновения в антенне (от действия атмосферного электричества) сильных электрических зарядов, грозовой переключатель отводит эти заряды в землю. Нужно постараться достать грозовой переключатель, снабженный разрядником — искровым промежутком в виде двух зубчатых пластинок (фиг. 19,*а*).

Если в имеющемся грозопереключателе такие пластинки отсутствуют, то вместо них можно применить два остро заточенных металлических стержня (фиг. 19,*б*). Расстояние между их остриями должно быть 0,5—1 *мм*. При возникновении в антенне зарядов атмосферного электричества в то время, когда приемник присоединен к антенне, между остриями разрядника проскакивает электрическая искра и через нее заряды уходят в землю, минуя приемник.

При устройстве антенны потребуются еще стальная (железная) проволока диаметром 2,5—4 *мм* для оттяжек мачт, ролики, шурупы и железные скобочки для проводки антенного ввода внутри помещения.

Указанные здесь детали и материалы продают в радиомагазинах в виде наборов для установки антенны.

Выбор места для антенны

Работу по устройству антенны нужно начинать с отыскания места для ее подвески, ориентируясь на использование имеющихся вблизи домов, деревьев или других высоких предметов. Места крепления концов горизонтальной части антенны нужно выбирать с таким расчетом, чтобы между ними было свободное пространство и чтобы антенна проходила по возможности над поверхностью земли. Близко к крышам домов и над деревьями антенну подвешивать не рекомендуется. Горизонтальную часть антенны следует располагать по возможности перпендикулярно к проводам электрического освещения и подальше от них.

Запрещается подвешивать провод антенны над проводами электрического освещения, над телефонными, телеграфными и другими проводами и крепить антенну к водосточным, вентиляционным, дымоходным трубам, к теле-

графным столбам, столбам электрического освещения.

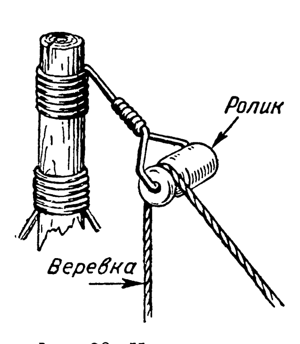
Обычно приходится ставить две мачты на крышах домов. Одна из них ставится на крыше дома, где будет установлен радиоприемник, или на крыше соседнего дома, если он выше, а другая — на крыше удаленного дома. Иногда можно обойтись без установки мачт, подвесив горизонтальную часть антенны между высокими деревьями. В сельских местностях в некоторых случаях приходится устанавливать высокие мачты прямо на земле.

При выборе деревьев или других высоких предметов для подвески антенны, при выборе высоты мачт нужно руководствоваться прежде всего тем, чтобы расстояние между этими предметами было равно 30—50 *м* и чтобы места закрепления концов горизонтальной части антенны были по возможности на одной высоте.

Установка мачты на крыше

Для мачты, установленной на крыше дома, нужен шест высотой 5—8 *м*. Диаметр его у основания должен быть не меньше 10—12 *см* и в вершине — не меньше 5—8 *см*.

Отступя примерно на 20—30 *см* от вершины шеста, нужно прикрепить к нему три или четыре проволочных оттяжки длиной несколько больше шеста. Чтобы оттяжки не сползали вниз по шесту, под местом их крепления следует туго намотать несколько рядов проволоки, закрепив их гвоздями. Выше места крепления оттяжек к шесту привязывается блок или металлическое кольцо. Вместо блока можно применить ролик (фиг. 20).

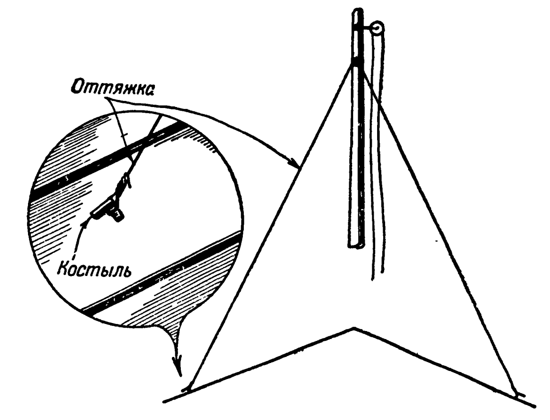


Фиг. 20. Как сделать блок из ролика.

Если мачта будет устанавливаться на склоне крыши, то под ее основание надо прибить брусок с гнездом по диаметру шеста. При установке мачты на коньке железной крыши в нижнем торце ее делается пропил, по форме конька крыши, а несколько выше пропила мачта обертывается несколькими витками проволоки.

Симметрично от намеченного места установки мачты в стропила крыши вбиваются костыли (фиг. 21). Вместо костылей можно вбить скобки, крючья или большие гвозди.

Через блок, укрепленный наверху мачты (или через заменяющее его кольцо, ролик), нужно пропустить веревку, проверить достаточно ли свободно протягивается она через блок, и привязать временно оба конца веревки к нижней части мачты. Если есть возможность достать тонкий гибкий металлический трос, его следует применить вместо веревки.



Фиг. 21. Крепление мачты антенны на крыше.

Выполнив все эти подготовительные работы, можно приступить к установке мачты. Здесь уже нужно работать вдвоем, а если шест тяжелый, то и втроем. Мачта устанавливается строго вертикально, и пока один человек поддерживает ее в таком положении, другой закрепляет концы оттяжек. Нижний конец мачты может быть укреплен гвоздями.

После того как мачта закреплена, необходимо тщательно заделать все повреждения, причиненные крыше. Все места железной крыши, где проходят сквозь нее гвозди или костыли, и место вокруг мачты необходимо тщательно промазать густым суриком или другой масляной краской, залить смолой, варом или заделать замазкой. На деревянной или толевой крыше эти места нужно залить смолой или гудроном.

Привязывать мачты и оттяжки к дымовым, вентиляционным и другим трубам, к водосточным желобам запрещается.

Установка мачты на земле

Мачта, устанавливаемая на земле, должна быть длиною не менее 10 *м*, диаметром у основания не менее 12—15 *см* и в вершине 4—5 *см*. Чтобы такая мачта стояла надежно и прямо, ее нужно укрепить 2—3 рядами оттяжек из более толстой стальной (железной) проволоки, чем оттяжки для мачты, устанавливаемой на крыше. Один ряд оттяжек укрепляют у вершины мачты, а другие на равных расстояниях между основанием и вершиной. Если мачта составлена из двух-трех частей, концы оттяжек

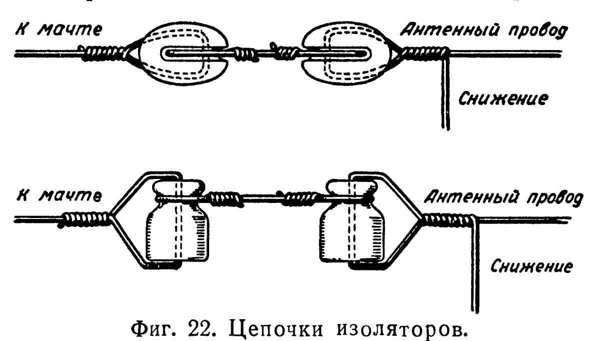
следует обматывать вокруг мест сращивания шестов.

Блок и оттяжки крепятся к мачте так же, как и к мачте, устанавливаемой на крыше дома.

На том месте, где будет устанавливаться мачта, нужно вырыть яму глубиной 0,5—1 *м*. На дно ямы нужно положить кусок доски или несколько камней, в которые будет упираться мачта. Вокруг ямы на расстоянии от нее не менее $^1/_3$ высоты мачты, на равных расстояниях друг от друга в землю забиваются или закапываются колья по числу оттяжек. Толщина кольев должна быть не менее толщины самой мачты. Для кольев по возможности нужно выбирать такие места, в которых была бы исключена возможность повреждения оттяжек проезжающими автомашинами, подводами или по другим причинам. Колья должны быть забиты с наклоном в сторону, противоположную от мачты. Если колья закапываются в рыхлую почву, то до засыпки ям землей их нужно укрепить внизу камнями.

В подъеме мачты должны участвовать несколько человек.

Перед подъемом мачта кладется на землю так, чтобы ее нижний конец висел над ямой. Приподнимая верхний конец мачты, одновременно тянут за оттяжки. По мере подъема вершины мачты над землей ее поддерживают снизу с помощью ухватов, лестницы и т. п. Когда мачта встанет в яму почти вертикально, к кольям привязываются оттяжки. После этого натяжение отдельных оттяжек регулируют до тех пор, пока мачта не встанет совершенно

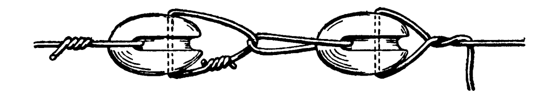


Фиг. 22. Цепочки изоляторов.

вертикально. Основание мачты укрепляют в яме камнями, после чего яму засыпают землей и утрамбовывают.

Подвеска антенны

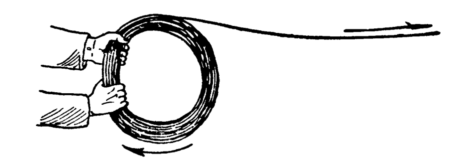
Для подвески антенного провода надо прежде всего изготовить две цепочки изоляторов; в каждой из них должно быть не менее чем по два изолятора. Изоляторы (или фарфоровые ролики) связываются между собой, как показано на фиг. 22. Связывать изоляторы, как показано на фиг. 23, не следует, так как, если при такой вязке один из изоляторов разобьется, антенный провод упадет. В случае же связывания их по фиг. 22, даже если один изолятор расколется, обвязывающие проволочные петли окажутся вдетыми одна в другую, и


Фиг. 23. Так нельзя связывать изоляторы в цепочку.

антенна будет держаться на них, уцелевший изолятор при этом будет продолжать выполнять свою роль — не пропускать токи высокой частоты из антенного провода по веревке (или тросу) к мачте и через нее в землю.

Конец одной из цепочек изоляторов привязывают к наружному концу мотка антенного провода или канатика; другой конец этой цепочки привязывают к концу веревки (тросика), перекинутой через блок (кольцо), привязанный к дальней от радиоприемника мачте или к дереву. После этого приступают к размотке антенного канатика или провода, двигаясь по направлению к своему дому. Разматывать моток провода следует, вращая его, как показано на фиг. 24, не допуская на нем образования петель, перегибов, в местах которых провод впоследствии ломается.

Нельзя разматывать провод, бросив моток на землю (фиг. 25), так как в этом случае на


Фиг. 24. Так надо разматывать провод.


Фиг. 25. Так нельзя разматывать провод.

проводе обязательно будут образовываться петли и, кроме того, при этом легко запутать провод.

В отверстие изолятора второй заготовленной цепочки протаскивают свободный конец антенного провода до тех пор, пока останется непродернутым кусок провода, равный длине горизонтальной части антенны. Другой изоля-

тор этой цепочки привязывается к веревке (или тросику), продернутой через блок мачты таким же образом, как закреплена первая цепочка изоляторов. Свободный конец провода будет являться снижением; его надо временно соединить с проводом заземления.

Антенный провод может быть закреплен на изоляторе путем обкручивания провода снижения несколько раз вокруг будущей горизонтальной части антенны либо при помощи отдельного куска проволоки. Не рекомендуется обрезать антенный провод или канатик около изолятора, а затем прикручивать к нему отдельный кусок провода для снижения.

После этого тянут за свободные концы веревок или тросов, перекинутых через блоки, и производят подъем антенны. Когда антенна поднята, свободные концы веревок (тросов) привязываются к мачтам. Если один конец антенны укреплен на дереве, свободный конец веревки привязывать к нему не следует, так как при качании дерева антенна может оборваться. В этом случае на свободный конец веревки, пропущенной через блок, подвешивается груз, например камень. Подбирая вес груза, можно установить необходимое натяжение. Вообще сильно натягивать антенный провод, особенно летом, не следует. Длина проволоки заметно сокращается зимой, на морозе, а от этого антенна натягивается сильнее и может оборваться. От сильных ветров, гололеда, а также в жаркие летние дни проволока антенны может постепенно растягиваться. С помощью веревки, перекинутой через блок, антенну время от времени можно подтягивать или, наоборот, ослаблять во время морозов.

Оборудование вводов и установка грозопереключателя

Снижение антенны и провод заземления вводятся в помещение через отверстия, просверленные в стене, оконной раме или колоде. Через те части оконной рамы, которые открываются, вводить провода антенны и заземления не следует. Отверстие для антенного ввода нужно сверлить с некоторым наклоном в сторону улицы, чтобы через него не могла затекать в дом дождевая вода. По возможности ближе к этому отверстию и к отверстию, через которое будет введен провод заземления, на стене привинчивается шурупами грозовой переключатель.

В отверстие антенного ввода с внутренней и наружной стороны вставляют фарфоровые воронку и втулку, а в них эбонитовую трубку. Конец снижения антенны пропускают через эбонитовую трубку (фиг. 26) и протаскивают его внутрь помещения. Если провод снижения соприкасается с краем крыши или другими частями дома, следует привязать его к фарфоровому ролику, привинченному на конец шеста. Шест этот укрепляют на стене или на краю крыши (см. фиг. 14). Провод снижения обрезают с таким расчетом, чтобы его хватило дотянуть до грозопереключателя.

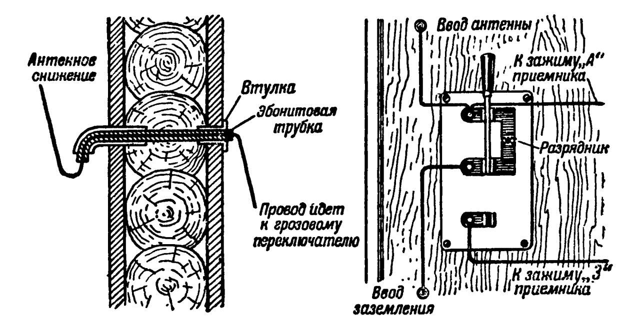
Ввод провода заземления пропускают в отверстие в стене без изоляционных материалов.

На конце провода снижения делают петельку, которую поджимают под верхний зажим (фиг. 26) грозопереключателя. Такую же петельку, сделанную на конце провода заземления, поджимают под зажим перекидного ножа.

Далее нужно заготовить два куска изолированного провода такой длины, чтобы ими можно было бы соединить грозопереключатель с приемником. Провод можно использовать любой, например, применяемый для проводки электроосвещения, телефона, электрозвонка и т. п. Концы проводов очищают от изоляции на длину 10—15 *мм* и на них делают петельки. Концы проводов с хлопчатобумажной изоляцией следует обмотать нитками, чтобы изоляция не растрепалась. Конец одного провода закрепляют под нижний свободный зажим грозопереключателя, конец другого провода крепят под верхний зажим грозопереключателя, под который зажат ввод антенны. Вторые концы этих проводов соединяются с приемником (фиг. 26).

Проводку от грозопереключателя к приемнику надо вести возможно дальше от таких легковоспламеняющихся предметов, как занавески и т. п.

Отметим, что в случае затруднения с приобретением фарфоровых втулок и воронок для изоляции ввода антенны можно обойтись резиновой трубкой. Для временного ввода, особенно в сухую погоду, не нужно делать никаких отверстий: провод пропускают через открытое окно и захватывают закрыванием оконных створок.



Фиг. 26. Оборудование антенного ввода и установка грозового переключателя.

Как пользоваться грозопереключателем

Перед тем как начать слушать радиопередачу, ручку ножа грозопереключателя нужно поставить в нижнее положение. По окончании приема нож грозопереключателя нужно обязательно перекинуть в верхнее положение. При этом антенна будет соединена с землей или, как говорят, «заземлена». В верхнее положение нужно ставить нож грозопереключателя каждый раз, когда приближается гроза. Заземляя антенну, мы избавляемся от опасности поражения электрическим зарядом, который может возникнуть в антенне во время грозы, а также предохраняем радиоприемник от повреждения по той же причине.

Приближение грозы всегда можно обнаружить по возникновению сильных тресков в телефоне или в громкоговорителе приемника. В этом случае нужно прекратить прием и заземлить антенну грозопереключателем. Приемник при этом перестает работать, а получающиеся в антенне заряды уходят в землю, не причиняя ему никакого вреда.

При наступлении грозы не следует трогать ни приемника, ни телефонных трубок. Этих предосторожностей в общем достаточно, чтобы не иметь неприятностей от антенны и радиоприемника во время грозы.

Надо постоянно следить, чтобы искровой промежуток грозопереключателя не был загрязнен, чтобы между его зубчиками (остриями) не было соединения. Иначе радиоприем будет слабый или вообще приема не будет.

Одномачтовые антенны

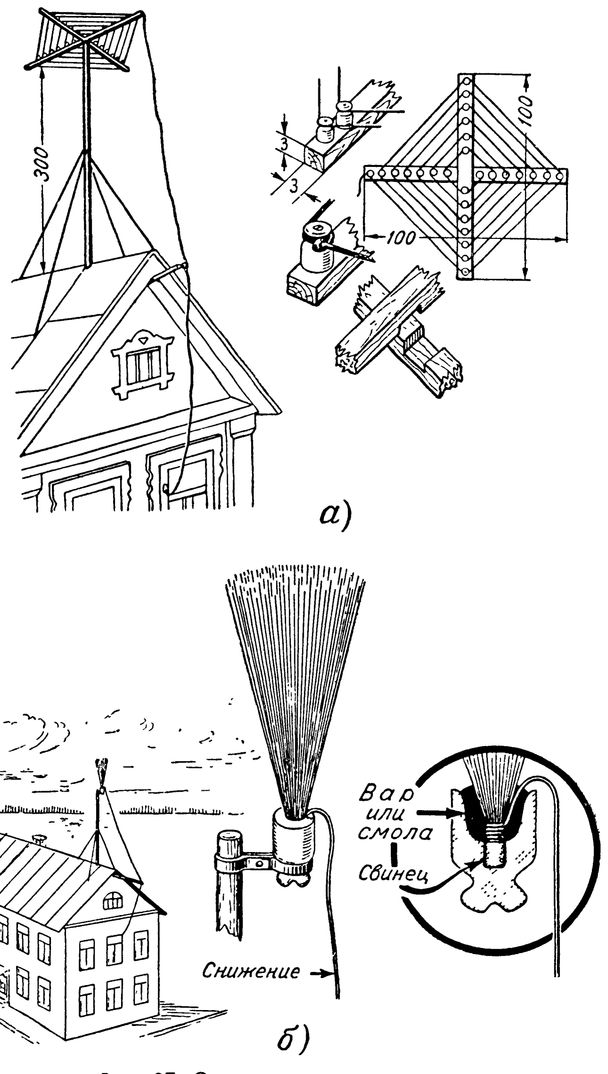
Описанная выше наружная Г-образная антенна требует двух точек для подвеса. Это не всегда удобно, особенно в городе. Можно соорудить антенну с одной мачтой. Устройство одной из таких антенн показано на фиг. 27,*а*. В ней провод длиной 30—50 *м* намотан на фарфоровых роликах, привинченных к крестообразной раме, сбитой из брусков. Длина брусков около 1 *м*; расстояние между роликами 2—3 *см*. Рама прибита к мачте, которая устанавливается на крыше. Намотка провода на ролики начинается от середины рамы. Начало провода закрепляют на ролике. После намотки провод закрепляется также на ролике. Оставшийся свободный конец провода служит снижением.

Другая антенна — «метелка» (фиг. 27,*б*) состоит из 80—100 кусков голой проволоки диаметром 1,0—1,5 *мм* и длиной по 40—50 *см*.

Эти отрезки зачищают с одного конца, туго стягивают концом голой проволоки, предназначенной для снижения. Стянутые концы желательно залить расплавленным оловом или свинцом, чтобы обеспечить надежное соединение между отдельными прутьями проволоки. Стянутый пучок вставляют в отверстие большого изолятора, предназначенного для уличной электропроводки, затем изолятор заливается варом или смолой, чтобы в него не попадала вода. Свободные концы отрезков проволоки антенны расправляют наподобие метлы.

Изолятор можно заменить каким-нибудь толстостенным фарфоровым или стеклянным стаканом подходящего диаметра.

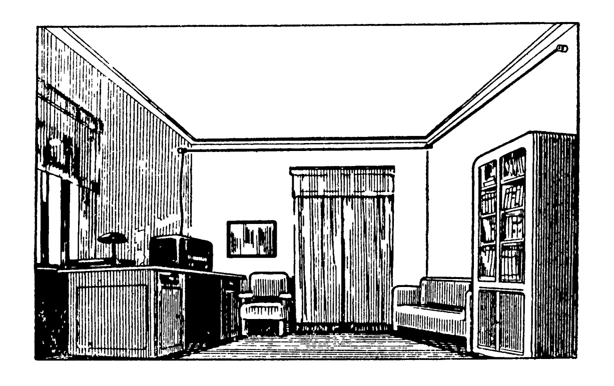
Мачтой для таких антенн служит деревянный шест длиной не менее 3 *м*. Ввод и грозопереключатель для одномачтовой антенны оборудуют так же, как для Г-образной антенны.



Фиг. 27. Одномачтовые антенны.

Комнатные антенны

Комнатную антенну чаще всего делают однолучевой. Для ее устройства нужно в углах комнаты под потолком привернуть фарфоровые ролики и натянуть между ними изолированный или голый провод (фиг. 28). Провод

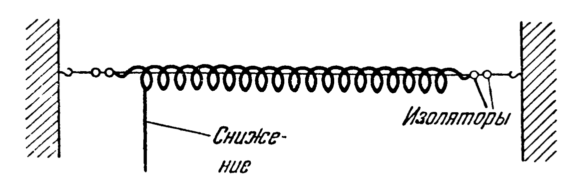


Фиг. 28. Устройство однолучевой комнатной антенны.

может быть протянут вдоль двух, трех или четырех стен. Конец провода спускают вниз, к месту установки приемника.

Такая антенна будет тем лучше, чем длиннее провод ее и чем выше дом, в котором она находится.

Если размеры комнаты не позволяют натянуть длинный провод, можно сделать спиральную антенну (фиг. 29). Она представляет



Фиг. 29. Устройство спиральной комнатной антенны.

собой изолированный или голый провод длиной 20—25 *м*, свитый в спираль и подвешенный на изоляторах вдоль стены комнаты. Чтобы спираль не провисала, она подвешивается на шнуре. Снижение к радиоприемнику можно делать от любой точки спирали.

Грозопереключатель для комнатной антенны не нужен.

Заменители антенн

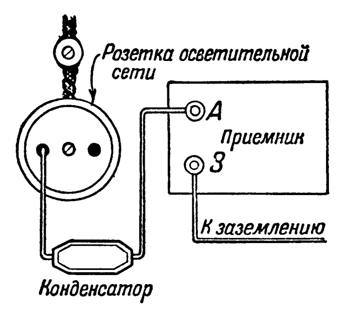
Не только в специально подвешенных проводах, но и во всех металлических предметах электромагнитные волны возбуждают токи высокой частоты. Они возбуждаются в проводах электрического освещения, в телефонных проводах, в железных крышах, в металлических кроватях и т. д. Чем больше металлический предмет, тем больше энергии он улавливает. Все эти предметы могут быть использованы в качестве антенны, если к ним присоединить кусок провода и подключить его вместо антенны к приемнику. Правда, прием на «заменители антенн» всегда будет слабее, чем на наружную антенну.

Итак, те, кто располагает входящими в дом электрическими проводами или имеет на своем доме железную крышу, могут осуществить радиоприем без большой затраты проволоки на устройство антенны.

На подобные «антенны» с простым радиоприемником обычно удается принимать местную станцию, т. е. расположенную в непосредственной близости от приемника.

Какая из этих «антенн» дает более громкий прием, можно ответить только очень приближенно. Как правило, лучший прием получается на электрические провода, если они подвешены на столбах в открытой, не гористой и не лесистой местности. Хорошие результаты получаются и при приеме «на крышу». Здесь играет роль высота крыши и качество изоляции ее от земли. Крыша, имеющая соединение с землей, дает плохой прием.

Нужно иметь в виду, что к электрическим сетям, используемым в качестве антенны,



Фиг. 30. Включение приемника в электросеть через разделительный конденсатор.

приемник должен присоединяться только через так называемый **разделительный конденсатор**. В качестве такового берется слюдяной конденсатор емкостью в 300—500 пикофарад (так и спрашивайте при покупке его в радиомагазине). К обоим выводам конденсатора присоединяют куски изолированной проволоки, концы которых очищаются от изоляции (фиг. 30). Конец одного проводника вставляют в гнездо штепсельной розетки электрической сети, а конец другого присоединяют к приемнику вместо антенны. В которое из гнезд розетки электросети включить проводник, нужно установить практическим путем.

Иногда от этого зависит громкость работы приемника.

Во избежание удара электрическим током не следует прикасаться голой рукой к выводу конденсатора, соединенному с сетью: Рекомендуем обмотать весь конденсатор изоляционной лентой.

Разделительный конденсатор препятствует прохождению через приемник в землю переменного тока сети. В то же время он хорошо проводит через себя токи высокой частоты, которые возбуждаются в электрических проводах и нужны нам для радиоприема. Этот конденсатор разделяет токи, поэтому и называется разделительным.

Недопустимо присоединять разделительный конденсатор к электропроводу помимо штепсельной розетки или включать его в розетку, не имеющую плавкого предохранителя, так как при неисправном разделительном конденсаторе сеть окажется заземленной. Это вызовет большую утечку тока через приемник в землю, может погаснуть свет, а приемник испортится. Плавкий предохранитель штепсельной розетки исключит эти неприятности, так как при неисправном конденсаторе он перегорит.

При приеме на осветительную сеть грозопереключатель устанавливать не нужно. По окончании приема разделительный конденсатор надо отключать от осветительной сети.

Временная антенна

В походных условиях можно легко установить временную антенну, если вблизи есть деревья, строения или другие высокие предметы.

Чтобы подвесить антенну на дерево, надо на возможно более высокую его ветку забросить длинную веревку или проволоку с грузом (например, несколько гаек). Спустив конец с грузом через ветку вниз, к одному из концов веревки через изолятор привязывают антенный провод и подтягивают его на веревке вверх. Веревку привязывают к дереву, а свободный конец провода присоединяют к антенному зажиму радиоприемника.

При сырой почве для заземления можно воспользоваться большим гвоздем. Вокруг его конца у шляпки туго обматывают зачищенную проволоку и гвоздь вбивают в землю. Другой конец проволоки соединяют с приемником.

При сухой почве в качестве заземления может служить провод примерно такой же длины, как и провод антенны, растянутый по земле либо подвешенный над землей на небольшой высоте. Такой провод, заменяющий заземление, называется противовесом.

В заключение беседы отметим, что на одномачтовые и комнатные антенны, а также на всякие заменители антенн получается худший прием, чем на нормальную наружную антенну. Это особенно заметно при приеме на детекторные и простые ламповые радиоприемники.

Советуем прочитать:

В. К. Адамский и А. В. Кершаков, Приемные любительские антенны (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1949.

А. П. Горшков, Как установить радиоприемник, Связьиздат, 1950.

Беседа шестая

ПЕРВЫЕ ОПЫТЫ

Практическую работу в области радиотехники мы начнем с постройки детекторного приемника.

Схем детекторных приемников много. Но какую из них избрать начинающему радиолюбителю? Решение этого вопроса очень часто ставит юного конструктора в затруднительное положение. Обычно начинают с поисков описания приемников, расспросов товарищей. Одни советуют одно, другие — другое. Находится описание — нет подходящих деталей. Часто начинающий радиолюбитель собирает приемник по первому попавшемуся описанию, вслепую, не вполне понимая выполняемую работу. В результате он допускает ошибки, и приемник не работает. Начинаются поиски ошибок «на ощупь», приемник заново переделывается, а это приводит иногда и к порче деталей.

Мы предлагаем провести несколько опытов с целью испробовать работу детекторных приемников по нескольким схемам.

Детекторные приемники обычно собирают в ящичках или на дощечках, называемых панелями. На панелях сначала размещают и укрепляют детали, а потом соединяют их между собой в определенном порядке.

Мы же во время наших первых опытов будем собирать схемы радиоприемников в развернутом виде. Детали при этом понадобятся те же, что и для обычных приемников, и работать они будут так же, но вся схема будет лежать на столе. Такая схема называется

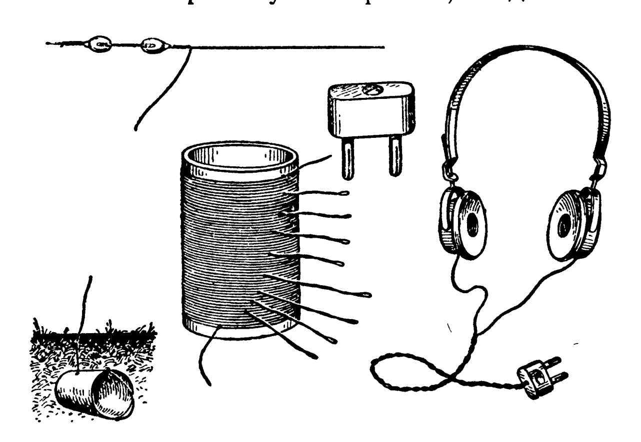
«летучей». В ней легко делать любые изменения простым пересоединением проводников.

Проведенные опыты помогут вам понять устройство и принцип работы нескольких схем детекторных приемников, получить первые практические навыки и более уверенно приступить к конструированию таких приемников.

Что нужно для опытов

Все необходимое для опытов показано на фиг. 31. Антенна показана наверху, а заземление внизу. Под антенной нарисована катушка индуктивности (ее часто называют просто катушкой), необходимая для настройки приемника на волну желаемой радиовещательной станции. Без катушки не бывает ни одного радиоприемника. Она представляет собой картонную трубку (цилиндрический каркас), на которую намотано определенное количество витков изолированного провода.

В середине рисунка показан кристаллический детектор. По внешнему виду он похож на штепсельную вилку, которую мы вставляем в розетку электросети, когда хотим



Фиг. 31. Основные детали и устройства, необходимые для опытов.

зажечь настольную лампу. Каково внутреннее устройство детектора, вы узнаете позднее.

Справа от детектора показаны телефонные трубки или, как их иногда называют, «радионаушники». В дальнейшем мы будем их называть сокращенно телефонами. Существуют две системы телефонов: электромагнитные и пьезоэлектрические. Как те, так и другие пригодны для наших опытов.

О внутреннем устройстве телефона мы расскажем в одной из следующих бесед.

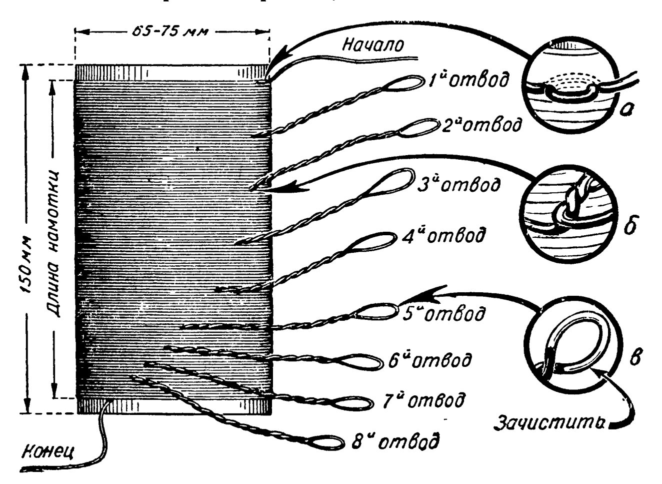
Кроме того, нам будет нужен конденсатор постоянной емкости в 500—2 000 пикофарад [1], если вы будете слушать на электромагнитные телефоны, или постоянное сопротивление величиной 30—100 *ком* (*ком* — *килоом* или тысяча *ом*), если телефоны пьезоэлектрические. Потребуется еще два зажима и четыре штепсельных гнезда.

Катушку индуктивности вы изготовьте сами. Телефон, детектор и сопротивление нужно приобрести готовыми. Конденсатор для первых опытов также лучше купить, но его можно сделать и самому. Зажимы и гнезда могут быть покупными или самодельными.

Изготовление катушки индуктивности

Катушка индуктивности, которую вам предстоит изготовить (фиг. 32), понадобится не только для опытов. Ее можно будет использовать в конструкциях детекторных и простых ламповых приемников. Поэтому ее нужно делать прочно и аккуратно.

Каркас катушки склейте из картона, лучше всего из сорта картона, носящего название



Фиг. 32. Катушка индуктивности.

прессшпана, или из нескольких слоев плотной бумаги. Он должен иметь диаметр 65—75 *мм*, быть достаточно жестким, чтобы не мяться и не коробиться при намотке на него провода. На каркас нужно будет намотать 250 витков медного провода диаметром 0,2—0,5 *мм* в эмалевой, хлопчатобумажной или шелковой изоляции. Важно, чтобы изоляция его была не попорченной, иначе между

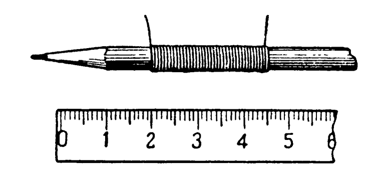
[1] В дальнейшем вместо длинного слова „пикофарад" мы будем писать всегда его сокращенное обозначение — *пф*.

витками может возникнуть соединение (замыкание), что резко ухудшит прием.

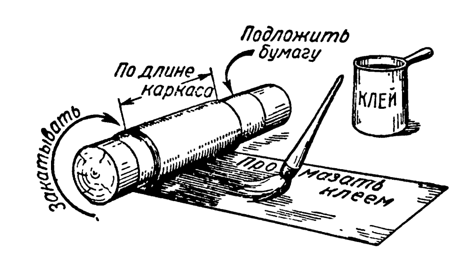
Высота (длина) каркаса для катушки зависит от толщины имеющегося провода: чем толще провод, тем длиннее должен быть каркас. Каркас нужно изготовить такой длины, чтобы на нем уложилось 250 витков провода и чтобы по его краям снизу и сверху оставались свободные от намотки участки по 11—12 *мм*. На фиг. 32 указана длина каркаса для катушки, намотанной проводом в эмалевой изоляции диаметром 0,5 *мм* (ПЭЛ 0,5 *мм*).

Прежде чем заготавливать выкройку каркаса, рекомендуем намотать на карандаш плотно друг к другу 25 витков провода, предназначенного для катушки, и измерить линейкой занятую ими длину (фиг. 33). Чтобы узнать, сколько места займут 250 витков, полученное число миллиметров нужно умножить на 10. Прибавив 20—25 *мм*, необходимых для свободных от намотки краев каркаса, мы получим требуемую длину каркаса в миллиметрах.

Для склейки каркаса можно использовать любой клей: целлулоидный (эмалит), казеиновый, столярный, декстриновый, конторский. Но предпочтение нужно отдать первым двум, так как они меньше других воспринимают влагу.



Фиг. 33. Определение длины намотки провода.



Фиг. 34. Склейка каркаса из тонкого картона.

Каркас должен иметь правильную цилиндрическую форму. Поэтому склеивайте его обязательно на деревянной болванке или бутылке подходящего диаметра. Болванку оберните одним — двумя слоями тонкой бумаги, чтобы готовый каркас не приклеился к болванке.

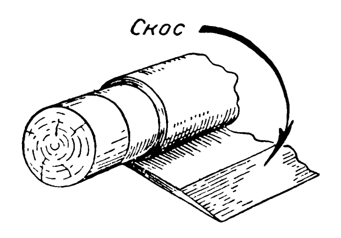
Способ склейки каркаса из тонкого картона (или из плотной бумаги) показан на фиг. 34. Сначала из картона нужно вырезать полоску (выкройку), ширина которой равна длине каркаса. Длина полоски должна быть такой, чтобы ею можно было обернуть болванку три — четыре раза.

Болванку закатайте в выкройку на один оборот, а оставшуюся часть выкройки промажьте равномерно клеем (фиг. 34). Затем болванку плотно закатайте в остальную часть выкройки. Чтобы слои картона хорошо склеились, каркас оберните несколькими слоями бумаги и сверху обмотайте веревкой или тряпичными полосками. Каркас должен сохнуть на болванке в теплом месте примерно в течение суток. По истечении этого срока нужно освободить каркас от стягивающих веревок и бумаги, подрезать его края острым ножом и осторожно снять с болванки. Если каркас, снятый с болванки, не совсем просох, его необходимо досушить, чтобы он был совершенно жестким.

Таким же способом склеивают каркас из прессшпана или плотного картона, но только в два слоя. Если применяют толстый прессшпан или картон, перед склеиванием на концах выкройки нужно сделать острым ножом скосы, чтобы в месте склейки на каркасе не было утолщения (фиг. 35).

Готовый каркас нужно зачистить мелкой наждачной бумагой (шкуркой) и покрыть лаком.

На расстоянии 10—12 *мм* от края каркаса сделайте шилом два прокола и закрепите в них конец провода, как показано на фиг. 32,*а*. Это



Фиг. 35. Склейка каркаса из толстого картона.

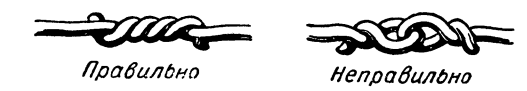
будет начало катушки. Затем наматывайте провод на каркас ровно и плотно, виток к витку. После намотки 50 витков сделайте первый отвод. Для этого, не обрывая провода, сделайте петлю длиной 120—150 *мм* и скрутите ее, как показано на фиг. 32,*б* (более прочное крепление отвода можно сделать путем пропускания петли через два прокола). Затем продолжайте намотку провода в ту же сторону, в которую намотаны первые 50 витков. Следующие отводы делайте через каждые 50 витков, т. е. от 100, 150 и 200-го витка. После 200-го витка отводы делайте через каждые 10 витков: от 210, 220, 230 и 240-го витков. Конец катушки, т. е. конец 250-го витка, закрепляйте так же, как и начало катушки.

Концы петель отводов, а также начало и конец катушки надо зачистить от изоляции примерно на 20—25 *мм.*

Итак, вы изготовили цилиндрическую однослойную катушку с восемью отводами, не считая ее начала и конца.

Ряд витков между отводами (а также между отводом и началом, либо между отводом и концом) называют секцией катушки. В вашей катушке получилось четыре секции по 50 витков и пять секций по 10 витков.

Бывает, что во время намотки провод оборвется или одного мотка не хватает на всю катушку. В этом случае провод приходится наращивать. Концы провода, которые нужно соединить, должны быть хорошо зачищены и скручены, как показано на фиг. 36. Место скрутки



Фиг. 36. Соединяемые концы проводов защищают и скручивают.

желательно пропаять и обязательно хорошо обмотать тонкой пропарафинированной бумагой или изоляционной лентой. Если соединение приходится около отвода, то лучше не жалеть несколько витков провода и сделать соединение в петле.

Готовую катушку необходимо внимательно просмотреть. Если где-либо обнаружатся соединения между витками через попорченную изоляцию, эти места нужно осторожно проложить тонкой бумагой или, раздвинув витки, залить их лаком.

Для проведения второго опыта нам нужна будет еще одна катушка диаметром 45—50 *мм.* Ее каркас должен входить и свободно поворачиваться внутри первой катушки. Она должна иметь 60—70 витков того же провода без промежуточных отводов. Изготовление этой катушки ничем не отличается от изготовления первой.

Когда обе катушки будут готовы, можно приступить к опытам.

Наши опыты будут успешными, если все детали будут вполне доброкачественными. Проверить качество телефона и детектора можно на работающем приемнике в Доме пионеров, у товарища-радиолюбителя, у знакомых.

Опыты лучше всего производить в вечернее время, когда работает больше всего радиовещательных станций.

Первый опыт — сборка летучей схемы

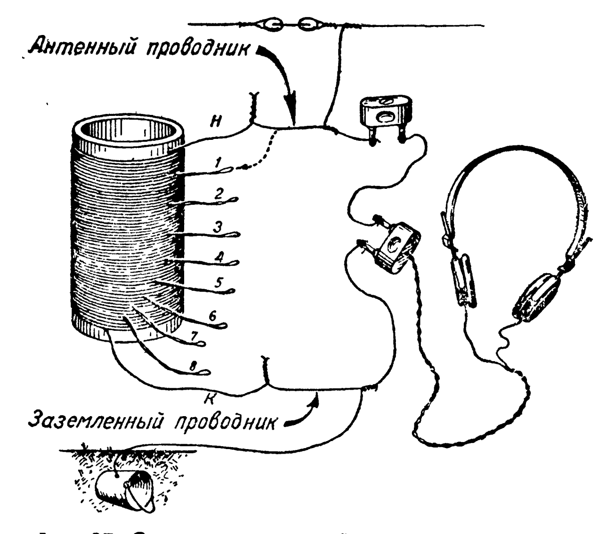
Соединение деталей между собой нужно производить кусками провода длиной по 250—300 *мм.* Изоляция провода может быть любой. В местах соединений концы проводников должны быть хорошо зачищены от изоляции и прочно скручены.

Начало катушки *Н* (фиг. 37) соединяем с любой ножкой детектора, а конец катушки *К* — с ножкой шнура телефонов. Оставшиеся свободными ножки детектора и шнура телефонов соединяем между собой. К проводнику, соединенному с началом катушки, прочно прикручиваем провод, идущий от антенны, предварительно зачистив его от изоляции.

Проводник, к которому присоединена антенна, в дальнейшем для краткости будем называть антенным проводником. Этот проводник мы в процессе опытов будем пересоединять от одного отвода катушки к другому, не изменяя при этом соединение антенны с детектором.

К нижнему проводнику, соединяющему нижний конец катушки с телефоном, присоединяем заземление. Назовем его условно заземленным проводником.

Теперь давайте совершим «прогулку» по цепям приемника. От начала катушки *Н* по соединительному проводнику мы попадаем к детектору и через него — к телефонам. Далее через телефоны и по заземленному проводнику через все витки катушки приходим к отправной точке *Н*. Получилась замкнутая электрическая цепь, составленная из деталей и соединительных проводов. Если в этой цепи где-либо будет обрыв, плохо зачищенный конец соединитель-



Фиг. 37. Соединение деталей для первого опыта.

ного провода, непрочная скрутка, цепь окажется разорванной и приемник не будет работать. Эту цепь называют детекторной цепью или детекторным контуром.

Кратчайший путь из антенны в землю лежит через катушку. По этому пути и пойдут токи высокой частоты, которые возбуждаются в антенне радиоволнами. Электрическую цепь от антенны через катушку в землю вместе с антенной и заземлением называют антенной цепью или антенным контуром.

Обратим внимание на то, что катушка входит как в детекторный, так и в антенный контур.

Наденьте теперь телефоны, прижмите их плотнее к ушам. Возможно, что сразу вы ничего не услышите, даже при заведомо хороших и проверенных детекторе и телефоне. В этом случае надо прежде всего проверить надежность всех соединений, убедиться в том, что нет замыканий между соединительными проводниками, нет обрыва в катушке и ее отводах.

Если все в порядке, то отсутствие радиоприема может быть из-за того, что не отрегулирован детектор или приемник не настроен на радиовещательную станцию, хорошо слышимую в вашем районе.

Регулировка детектора осуществляется с помощью отвертки поворотом винта, который виден через верхнее отверстие, а настройка приемника — изменением числа витков катушки, включенных в антенную и детекторную цепь.

На фиг. 37 в детекторную цепь включены все 250 витков катушки. Но если антенный проводник отсоединить от начала катушки и присоединить его, например, к первому отводу, обозначенному цифрой *1* (как показано на фиг. 37 пунктирной линией), то будет включено не 250, а только 200 витков. Если антенный проводник переключить на отвод *3*, будет включено только 100 витков. Изменение числа витков катушки, включенных в антенный и детекторный контуры, можно производить также, меняя место подключения заземленного проводника.

Секции катушки, которые в контуры не включены, в работе приемника не участвуют.

Переключением антенного и заземленного проводников в контуры можно включать любое число витков катушки — 10, 20, 30 и т. д., через каждые десять витков. Например, соединив антенный проводник с отводом *1*, а заземленный проводник с отводом *7*, мы включим 180 витков.

Настройка переключением антенного проводника происходит «скачками» по 50 витков. Это — грубая настройка радиоприемника. Более плавная настройка производится скачками по 10 витков переключением заземленного проводника.

Наш приемник можно настроить на радиовещательные станции, работающие на волнах длиной примерно от 300 до 2 000 *м*, т. е. на любую радиовещательную станцию, работающую на длинноволновом и средневолновом диапазонах. Но, разумеется, не всякую станцию мы сможем услышать. Отдаленные станции на детекторный приемник слышны не будут.

Запомните: чем больше длина волны радиовещательной станции, на которую мы желаем настроиться, тем большее число витков катушки должно быть включено.

Настройку приемника нужно производить сначала переключением антенного проводника от начала катушки *Н* до отвода *4*, т. е. нужно начинать с «грубой» настройки. Когда мы услышим работу радиостанции, нужно добиться наибольшей громкости приема путем присоединения заземленного проводника сначала к отводу *8*, затем к отводу *7* и т. д., но не выше отвода *4*. При настройке следите, чтобы отводы катушки и соединительные проводники не соприкасались между собой, а скрутки между ними были прочными. Иначе в телефоне будут слышны трески и шорохи; прием может и совсем пропасть.

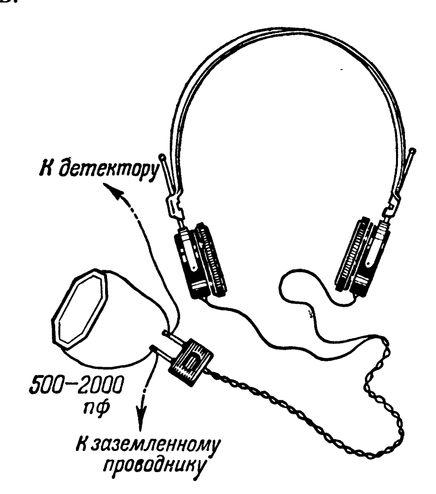
Настроившись на одну станцию, дослушайте передачу до перерыва и узнайте ее наименование и длину волны. Запишите число включенных витков и «ищите» описанным выше способом другую станцию.

Мы надеемся, что вы добились некоторого успеха. Теперь попробуем улучшить работу радиоприемника.

Не изменяя настройки приемника и не снимая телефоны, присоедините параллельно телефонам конденсатор (фиг. 38), если телефон электромагнитный, или сопротивление (фиг. 39), если телефон пьезоэлектрический. При этом громкость радиопередачи должна увеличиться. Особенно это заметно при приеме отдаленной, слабо слышимой радиостанции. Если есть несколько конденсаторов, подберите тот, который дает лучший результат, и оставьте его включенным в приемник. Конденсатор или сопротивление, включаемые параллельно телефонам, называют блокировочными.

Если все радиовещательные станции расположены далеко от того места, где вы живете, и ваши соседи-радиолюбители говорят,

что хорошо слышимых на детекторный приемник станций нег, блокировочный конденсатор советуем включить в схему в самом начале опытов.



Фиг. 38. Параллельно электромагнитному телефону присоединяют конденсатор.

Описанный способ настройки приемника скачкообразным изменением индуктивности катушки очень прост и при приеме местных радиовещательных станций достаточно хорош.

Однако индуктивность катушки можно изменять и другими способами.

Второй опыт

Для удобства проведения дальнейших опытов укрепим на фанерной дощечке размером 120 × 50 *мм* две пары штепсельных гнезд и два зажима, соединив их под дощечкой, как показано на фиг. 40. В гнезда вставим вилку шнура телефона и детектор, а к зажимам присоединим антенну и заземление. Проводник, идущий от конца катушки, соединим с зажимом заземления, а между началом катушки и антенным зажимом включим изготовленную нами маленькую катушку индуктивности.

Настройте приемник на какую-либо радиовещательную станцию присоединением заземленного проводника к отводам *4*, *3*, *2* или *1* большой катушки. Возможно, что при этом не удастся добиться хорошей громкости. Если теперь вводить внутрь большой катушки малую, можно найти такое ее положение, при котором громкость будет наибольшей.

Теперь выведите малую катушку из большой катушки, переверните ее и введите обратно. Слышимость станции станет слабее, а может быть и совсем пропадет. Настройтесь при таком положении малой катушки на ту же радиостанцию переключением заземленного проводника и вы убедитесь, что наилучшая громкость будет при другом количестве включенных витков большой катушки.

Итак, опытным путем мы убедились, что малая катушка оказывает влияние на настройку приемника. При различных ее положениях по отношению к большой катушке получается различная громкость станции, и, кроме того, ею можно «перестраиваться» с одной станции на другую.

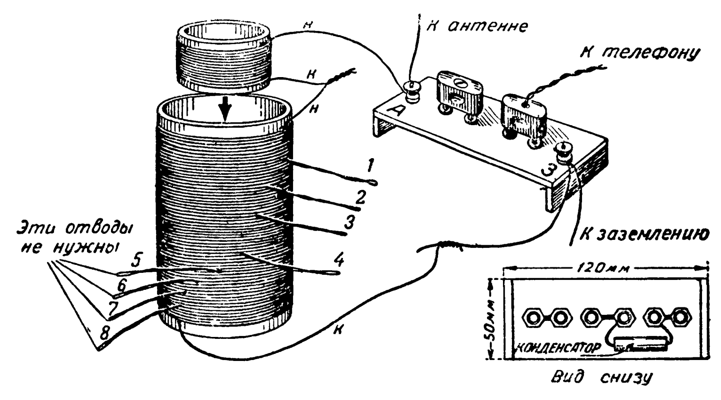
Настройку приемников изменением взаимного расположения двух катушек широко используют в радиотехнике. Практически малую катушку удобнее с помощью специальной ручки вращать внутри большой катушки. Такой прибор, состоящий из двух катушек, называют в а р и о м е т р о м.

Третий опыт

В этом опыте малая катушка нам не нужна. Исключим ее из схемы, соединив антенный зажим с началом большой катушки.



Фиг. 39. Параллельно пьезоэлектрическому телефону присоединяют сопротивление.



Фиг. 40. Соединение деталей для второго опыта.

Включим в схему новую деталь, представляющую собой две металлические пластинки размером примерно 150 × 200 *мм*. К краям обеих пластинок прочно присоединим или, лучше, припаяем по проводнику длиной 250—300 *мм*. Свободный конец одного из проводников соединим с зажимом антенны, а свободный конец другого—с зажимом заземления (фиг. 41).

Положите пластинки на стол одну около другой и настройте приемник на какую-либо радиостанцию переключением только заземленного проводника. Допускать соприкосновения между пластинками нельзя, так как при этом ток высокой частоты пройдет из антенны в землю, минуя катушку, и приемник работать не будет.

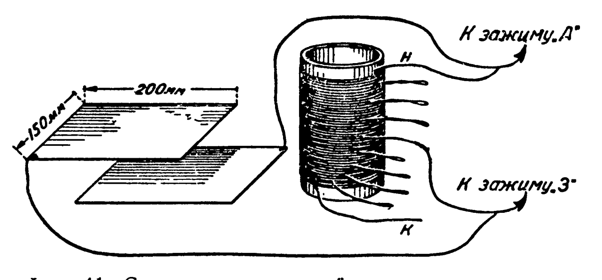
Теперь подносите заземленную пластинку к пластинке, соединенной с антенной, следя за громкостью приема радиостанции. Если громкость будет увеличиваться, пластинки сближайте больше и даже положите одну на другую, проложив между ними лист сухой бумаги, который не дает возможности пластинкам соприкасаться друг с другом. Если же при сближении пластинок громкость будет уменьшаться, переключите заземленный проводник на соседний отвод катушки и вновь сближайте пластинки.

Итак, мы убедились, что с помощью такого простого приспособления тоже можно настраивать приемник. Пробуя различные включения секций катушки и изменяя расстояние между пластинками, мы пришли к выводу, что таким прибором можно так же, как и вариометром, перестраиваться с одной станции на другую.

Это простое приспособление, состоящее из двух не соединяющихся между собой пластинок, называют конденсатором переменной емкости.

В последнем проделанном опыте мы настраивались, грубо переключая секции катушки, а конденсатором переменной емкости осуществляли плавную настройку приемника.

Одну и ту же радиостанцию можно слушать при включении в приемник большого числа витков катушки и при меньшей емкости конденсатора (пластинки удалены друг от друга)



Фиг. 41. Соединение деталей для третьего опыта.

или, наоборот, при меньшем числе витков катушки, но большей емкости конденсатора (пластинки сближены).

Запомните: число витков катушки и емкость конденсатора при настройке приемника на данную станцию находятся в постоянной зависимости друг от друга.

Еще два опыта

Настройте приемник способом первого опыта на любую радиостанцию и введите внутрь катушки металлическую ложку. Что получилось? Немного увеличилась или уменьшилась громкость приема. Введите еще одну — две ложки. Громкость еще больше изменится. Выньте ложки, и громкость будет прежней.

Попробуйте ввести в катушку более массивный металлический предмет, например клещи. Громкость изменилась больше, чем от ложки. А теперь, не вынимая клещей из катушки, настройтесь переключением витков катушки на лучшую громкость приема этой же станции. Затем медленно вынимайте из катушки этот металлический предмет. Громкость медленно будет изменяться. Опытным путем можно найти такое положение металлического предмета, когда будет наилучшая громкость. Это и есть точная настройка.

Отсюда можно сделать вывод, что металл влияет на настройку приемника. Способ настройки металлом в нашей практике еще встретится, но более совершенный, чем с помощью ложки.

А теперь попробуйте настроиться на радиостанцию с помощью одной малой катушки, включив параллельно ей конденсатор переменной емкости. Потом попробуйте вновь использовать большую катушку, а между антенным проводником и антенной включите конденсатор переменной емкости. Изменяйте емкость конденсатора. Запишите, что при этих опытах получилось.

Наблюдательный читатель вероятно заметил, что, когда он дотрагивается рукой до деталей или голых проводников работающего приемника, громкость приема немного изменяется. Это явление объясняется расстройкой, вносимой емкостью нашего тела в приемник.

Советуем прочитать:

Л. В. Кубаркин, Мастерская радиолюбителя, Изд. «Советское радио», 1948.

З. Б. Гинзбург, Ф. И. Тарасов, Книга начинающего радиолюбителя (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1949.

Б. Сметанин, Юный радиоконструктор, «Молодая гвардия», 1953.

Беседа седьмая
КАК ЧИТАТЬ РАДИОСХЕМЫ

Уже из наших первых опытов можно приблизительно понять, как устроен и работает детекторный радиоприемник.

Прежде всего мы узнали, что детекторный радиоприемник — это электрический прибор, состоящий из соединенных между собой деталей, узнали наименования и способы соединения этих деталей, научились проверять правильность соединений.

Приведенными опытами мы опробовали почти все основные типы детекторных приемников. Теперь постараемся научиться изображать эти приемники схематически, так, как это принято в радиотехнике.

Что такое схема

Мы проводили опыты по рисункам, на которых все детали и соединения были показаны так, как они выглядят в натуре. Это очень удобно для начинающих радиолюбителей, пока приходится иметь дело с простейшими приемниками. Но если бы мы попытались изобразить таким способом конструкцию современного многолампового приемника со всеми его деталями, то получилась бы такая «паутина» проводов, в которой невозможно было бы разобраться.

Чтобы этого избежать, любой электроприбор или радиоаппарат изображают схематически, т. е. упрощенным чертежом-схемой.

Существует два вида схем: принципиальные и монтажные.

Принципиальная схема условно изображает все детали прибора и порядок их соединения между собой. Однако она не дает представления о размерах и размещении деталей и соединительных проводников. Чем проще начерчена принципиальная схема, тем легче разобраться в ней.

Так обстоит не только в радиотехнике и электротехнике. Посмотрите на географическую карту — разве это не схематическое изображение местности? Судоходная, могучая красавица-река Волга со всеми ее грандиозными сооружениями изображена на карте змейкой. Такие крупные города, как Москва, Ленинград, Куйбышев, Сталинград и другие, показаны на карте кружками. Горы, моря, каналы также изображены на географической карте упрощенно — условно.

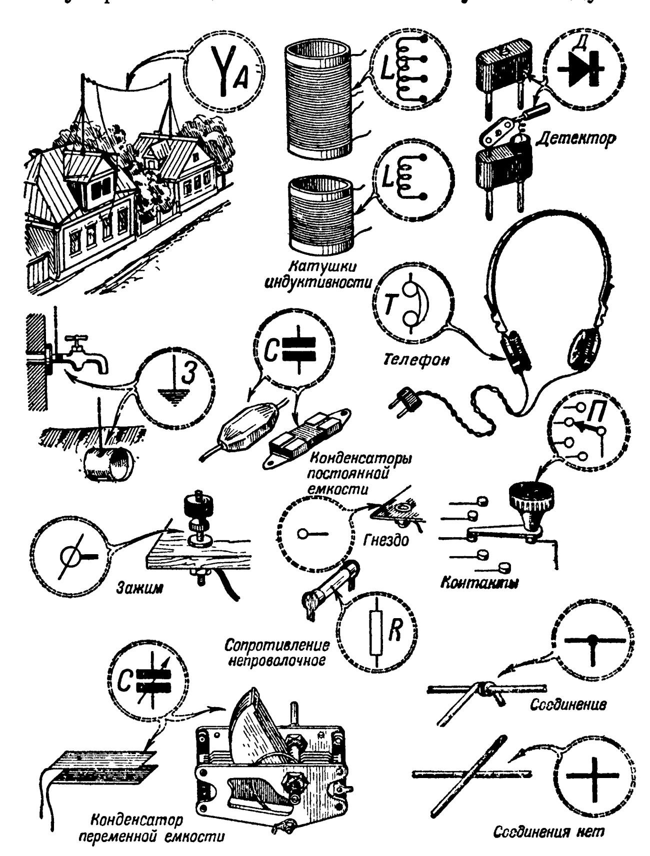
Монтажная схема радиоаппарата в отличие от принципиальной показывает (опять-таки упрощенно), как расположены в нем детали и соединительные проводники. Изготовляя приемники по готовой монтажной схеме, радиолюбитель может расположить детали и проводники в том порядке, который рекомендуется этой схемой, но проверять правильность всех соединений надо все же по принципиальной схеме.

Уметь читать радиосхемы совершенно обязательно для каждого, кто хочет стать радиолюбителем, кто желает изучать радиотехнику.

Обозначение деталей на схемах

На фиг. 42 изображены многие детали и устройства, с которыми нам уже пришлось иметь дело во время опытов, и некоторые детали, с которыми нам придется встретиться в дальнейшем.

Рядом с деталями в кружках показаны их условные — схематические обозначения. Бóльшая часть этих обозначений отражает внутреннее устройство детали. Любая катушка индук-



Фиг. 42. Обозначения антенны, заземления и деталей детекторного приемника на схемах.

тивности, независимо от числа ее витков, обозначается на схеме в виде спирали. Отводы катушки показывают черточками, оканчивающимися точками. Конденсаторы постоянной емкости изображают двумя короткими параллельными толстыми линиями. Конденсатор переменной емкости изображают так же, но эти две линии пересекают стрелкой. Гнезда для включения детектора и телефона на схемах показываются кружками, а зажимы — такими же кружками, но пересеченными черточкой.

Соединительные проводники обозначают прямыми линиями. Если на схеме эти линии пересекают друг друга и в месте пересечения стоит жирная точка, значит, эти проводники соединяются между собой. Отсутствие точки в месте пересечения проводников говорит за то, что они не должны соединяться.

На принципиальной схеме рядом с деталью часто ставится буква, присвоенная этой детали или устройству. Так, например, около обозначения антенны ставят букву *А*, около обозначения заземления — букву *З*, около телефона — букву *Т*, детектора — букву *Д*, конденсатора — латинскую букву *C*, сопротивления — латинскую букву *R*, возле катушки индуктивности — латинскую букву *L* и т. д. Если в схеме имеется несколько одинаковых деталей, то их нумеруют — рядом с буквой ставят маленькую цифру, например: C_1, C_2, L_1, L_2, R_1, R_2.

Иногда в схемах детекторных приемников показывают два кружка — гнезда и рядом с ними ставят букву *Т* или букву *Д*. Это означает, что в эти гнезда включается телефон или детектор.

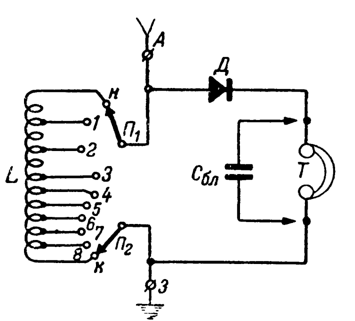
Новой деталью для нашего читателя на фиг. 42 является переключатель *П*. Он упрощает управление приемником: вместо того чтобы при каждой настройке приемника раскручивать и скручивать проводники, как это мы делали, проводя опыты, выводы и отводы катушки удобно один раз при изготовлении приемника прочно поджать под металлические контакты переключателя, размещенного на панели (или припаять к ним), и в дальнейшем переключение отводов производить простой перестановкой ползунка (язычка) переключателя.

Теперь, зная условные обозначения деталей, мы может все наши опытные приемники начертить схематически.

Схема первого опыта

На фиг. 43 показана принципиальная схема нашего первого опытного приемника. В схему введены переключатели. Вспомните нашу «прогулку» в первом опыте и совершите ее еще раз, но уже по принципиальной схеме. От начала катушки *Н* через ползунок переключателя $П_1$ вы попадаете к детектору *Д* и через него — к телефонам *Т*. Затем через телефоны, по заземленному проводнику, через переключатель $П_2$ — к концу *К* катушки индуктивности *L*, а через все ее витки мы попадаем к исходной точке *Н*. По схеме легко найти и путь из антенны через зажим *А*, переключатель $П_1$, витки катушки и далее через переключатель $П_2$ и зажим *З* в землю.

В принципиальной схеме этого приемника верхний переключатель $П_1$ служит для грубой настройки, а нижний переключатель $П_2$ — для более плавной настройки. Во включении отводов катушки переключателями существует определенный порядок. Нельзя, например, соединить заземленный проводник с контактом отвода *2* катушки или подключить антенный проводник к отводу *7* катушки; чтобы ползунок переключателя $П_1$ мог перейти с контакта *Н*, например, на контакт *4*, он должен последовательно побывать на контактах *1*, *2* и *3*.



Фиг. 43. Принципиальная схема первого опыта.



Фиг. 44. Часть принципиальной схемы приемника с пьезоэлектрическим телефоном.

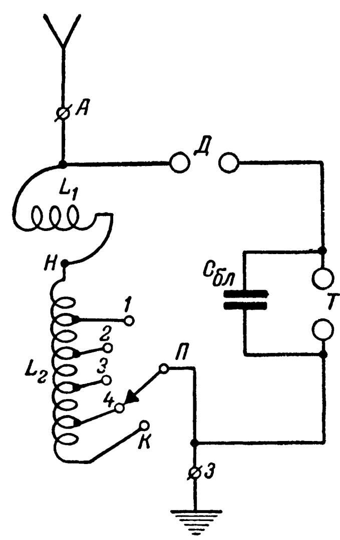
Из принципиальной схемы легко понять, что при конструировании приемника группы контактов переключателей $П_1$ и $П_2$ должны размещаться раздельно.

Блокировочный конденсатор $C_{бл}$, как видно из принципиальной схемы (фиг. 43), включен параллельно телефону. А если применяется пьезоэлектрический телефон, то параллельно ему надо включить сопротивление *R* (фиг. 44).

Схема второго опыта

Принципиальная схема нашего второго опытного приемника показана на фиг. 45. Здесь L_1 — малая катушка и L_2 — большая катушка. Для грубой настройки мы пользовались только заземленным проводником и большинство отводов при этом оказалось ненужным. Так и показано на схеме. Отводы боль-

ших секций катушки присоединены к контактам одного переключателя *П*. В этой схеме также существует определенный порядок в переключении отводов: нельзя переключиться



Фиг. 45. Принципиальная схема второго опыта.

с конца катушки L_2 на ее отвод *1*, минуя промежуточные контакты.

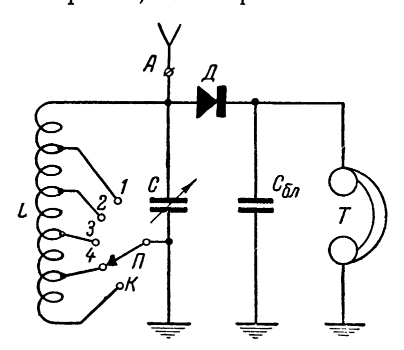
Глядя на эту схему и вспоминая наш опыт, можно сказать, что грубая настройка приемника здесь осуществляется переключателем *П*, а плавная — изменением положения катушки L_1 по отношению к катушке L_2. Понятно также и то, что при положении переключателя *П* на контакте *4* нижняя секция катушки не работает. В схеме нет символических обозначений детектора и телефона, но есть гнезда с буквами *Д* и *Т*, указывающими их назначение.

Схема третьего опыта

Третий опыт внес существенное изменение в приемник. Как видно из принципиальной схемы этого приемника (фиг. 46), в нем имеется только одна катушка *L* с отводами (малая катушка отсутствует). Расположение переключателя осталось таким же, как и в предыдущей схеме. Появился конденсатор переменной емкости *С*, одна пластина которого соединена с антенной, а другая — с заземлением.

Здесь грубая настройка на нужную длину волны радиостанции осуществляется переключателем *П*, а плавная — конденсатором переменной емкости *С*.

Новым в этой схеме является способ изображения соединений разных деталей схемы с заземлением. Заземленный проводник здесь не показан, но вместо него на схеме показано несколько условных обозначений заземления. Это говорит о том, что проводники, идущие от телефонов, блокировочного конденса-



Фиг. 46. Принципиальная схема третьего опыта.

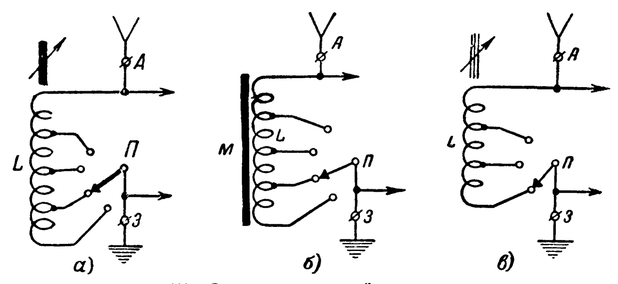
тора, конденсатора переменной емкости и переключателя соединяются с заземленным проводником, который на схеме не показан.

Такой способ обозначения соединения деталей с землей часто применяют в схемах сложных приемников. К нему будем прибегать и мы, когда потребуется упростить начертание принципиальной схемы.

Схемы последних опытов

В конце предыдущей беседы мы предлагали читателям настраивать приемник металлом. Рекомендовали также попробовать настроиться на радиостанцию при помощи одной малой катушки и конденсатора переменной емкости.

Настройка металлом иногда применяется в приемниках. Но чаще ее осуществляют не простым металлом, а специальной магнитной спрессованной массой, в которую входят частицы железа, способного намагничиваться под влиянием тока, проходящего по катушке. Если настройка приемника производится металлом, то этот металл изображают на схемах так, как показано на фиг. 47,*а* либо как на фиг. 47,*б*. Если же настройку осуществляют магнитным материалом, то применяют изображение, показанное на фиг. 47,*в*.



Фиг. 47. Схемы настройки приемника.
а и *б* — металлом; *в* — магнитным материалом.

Мы предлагали нашим читателям заменить большую катушку малой и настроиться на какую-либо станцию любым известным способом. Многие, очевидно, добились при этом успеха. Когда в схему была включена только малая катушка, а параллельно ей конденсатор переменной емкости, то с их помощью можно было настроиться на радиостанции, работающие на волнах примерно от 200 до 500 *м*.

Примерно на эти же волны можно было настроиться с помощью большой катушки, включив конденсатор переменной емкости между антенной и катушкой приемника, т. е. включив его последовательно в цепь антенны (фиг. 48).

При желании можно было сделать приемник, настроенный на одну определенную радиостанцию. Такой приемник называется приемником с фиксированной настройкой. Он всегда готов к приему той станции, на которую он настроен. Принципиальная схема такого приемника показана на фиг. 49. В нем число витков катушки и емкость конденсатора постоянные, подобраны один раз и не изменяются.

Итак, мы начертили принципиальные схемы детекторных радиоприемников, работу которых проверили на практике.

По этим схемам в дальнейшем мы будем собирать приемники уже не на столе, а в ящиках.

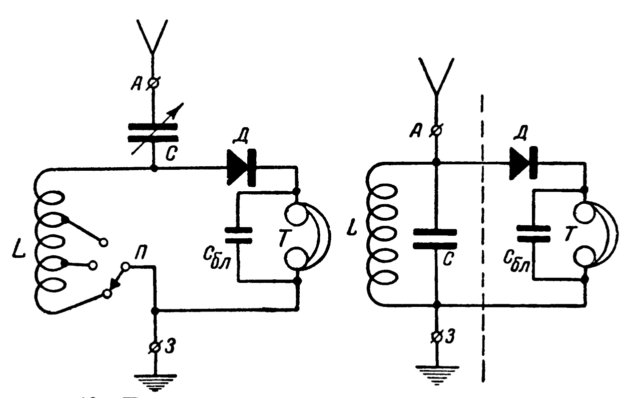
Высокочастотная и низкочастотная части приемника

Во время проведения опытов и рассмотрения схем читатели вероятно убедились в том, что все эти схемы отличаются друг от друга в основном только своими левыми частями, т. е. теми частями, с помощью которых производится настройка. Первые же части схем во всех приемниках одинаковые.

На фиг. 49 мы и разделили принципиальную схему приемника пунктирной линией на две такие части. В левую часть приемника входят: антенна, заземление, катушка и конденсатор. Через детали этой части приемника проходят токи высокой частоты (через катушку идут еще и токи звуковой частоты). Эту часть приемника принято называть в ы с о к о ч а с т о т н о й или в х о д н о й частью приемника.

В правую часть приемника входят: детектор и телефон с блокировочным конденсатором. Эта часть приемника служит для выделения тока низкой (звуковой) частоты из модулированных колебаний высокой частоты. В ней же токи низкой частоты преобразуются телефонами в звук. Эту часть приемника принято называть н и з к о ч а с т о т н о й или в ы х о д н о й частью приемника.

Соединенные между собой катушка индуктивности и конденсатор, с помощью которых



Фиг. 48. Принципиальная схема приемника с конденсатором переменной емкости, включенным в цепь антенны.

Фиг. 49. Принципиальная схема приемника с фиксированной настройкой.

осуществляют настройку высокочастотной части приемника, называют к о л е б а т е л ь н ы м к о н т у р о м. Он является обязательной частью любого радиоприемника.

Читатель вправе задать вопрос: как же работал приемник во время нашего первого и второго опыта, если в его высокочастотной части не было конденсатора?

Дело в том, что антенна — это проводник, земля тоже проводник. Совместно они образуют конденсатор. Такой конденсатор был все время подключен к катушке. Следовательно, в наших первых двух опытах колебательный контур состоял из конденсатора, образуемого антенной и заземлением и катушкой.

Советуем прочитать:

С. М. Г е р а с и м о в, Как читать радиосхемы (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1948.

Г. М. Д а в ы д о в и В. В. Ш и п о в, Учись читать радиосхемы, Связьиздат, 1951.

Беседа восьмая

САМОДЕЛЬНЫЕ ДЕТЕКТОРНЫЕ РАДИОПРИЕМНИКИ

Можно насчитать много разновидностей детекторных радиоприемников, но все они отличаются друг от друга в основном только конструктивным выполнением. Встречаются приемники в виде ящиков. Детали других приемников расположены просто на дощечках. Делают приемники маленькие и большие. Работают же все они примерно одинаково.

В этой беседе мы расскажем, как сделать простые детекторные приемники, основываясь на знаниях, приобретенных вами в предыдущих беседах.

Любой детекторный радиоприемник нужно прежде всего рассматривать как электрический аппарат, в котором слаженно работают все его части. В тех его цепях, где ток должен проходить беспрепятственно, необходимо ставить хорошие проводники, а в тех его участках, где тока не должно быть, надо ставить надежные изоляторы.

Если эти условия соблюдены не будут, приемник будет работать плохо или вообще будет молчать.

Панель приемника

Мы знаем, что детекторный радиоприемник работает от токов высокой частоты, возбуждаемых радиоволнами в антенне. Эти токи нужно использовать по возможности лучше, не давать им «утекать» в землю, минуя катушку и конденсатор приемника. Для этого все его детали должны крепиться на панели, изготовленной из хорошего изоляционного материала.

В любительских условиях детекторные приемники чаще всего собираются на панелях, изготовленных из фанеры или хорошо выструганных досок. Значительно реже для панелей используют эбонит и пластмассы.

Фанера, доски являются изоляторами только тогда, когда они сухие. Если деревянная панель отсыреет, она становится проводником, а это может привести к ухудшению работы радиоприемника.

От материала панели зависит и прочность конструкции. Тонкая фанерная панель удобнее при обработке, но она непрочна. Наиболее подходящая толщина панели 5—8 *мм*. Если нет фанеры требуемой толщины, то панель можно склеить из двух дощечек, вырезанных из более тонкой фанеры. Склеенную панель нужно сушить под грузом, чтобы она во время сушки не покоробилась. В крайнем случае панель можно сделать из толстого картона или прессшпана, но такая панель будет менее прочной, чем деревянная.

Готовую панель нужно тщательно зачистить сначала крупной, а потом мелкой наждачной бумагой, натереть с обеих сторон расплавленным парафином или воском, а затем покрыть ее один — два раза спиртовым или масляным лаком. Это делают для того, чтобы панель не впитывала в себя влагу, не становилась бы проводником тока. Кроме того, такая обработка делает внешний вид приемника более опрятным.

Монтажный провод

Крепление и соединение между собой деталей радиоприемника на панели называют монтажем, а проводники, с помощью которых соединяют детали, называют монтажными проводниками. Для монтажа можно применять медный провод толщиной 0,8—1,5 *мм* в любой изоляции. Такой провод хорошо проводит электрический ток и обладает достаточной прочностью.

Предназначенный для монтажа провод следует предварительно выпрямить. Для этого кусок провода длиной 1,5—2 *м* зажимают одним концом в тиски или прикручивают к дверной ручке и сильно тянут за другой конец, схваченный плоскогубцами. При этом провод немного вытягивается и становится совершенно прямым. От него откусывают с помощью кусачек нужной длины проводники для монтажа.

Самодельные детали

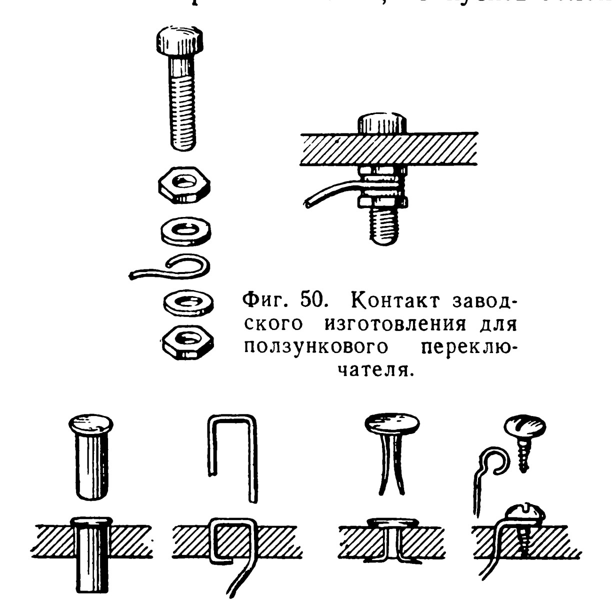
В практике начинающего радиолюбителя очень часто ощущается недостаток в мелких деталях, необходимых для монтажа приемника. Конечно, удобнее монтировать детекторный приемник, используя готовые зажимы, переключатели, гнезда. А если их нет? Тогда эти детали нужно делать самому из имеющегося под руками материала.

Начнем с контактов для ползунковых переключателей.

На фиг. 50 показан готовый контакт и его крепление на панели. Он представляет собой болтик, имеющий широкую, немного закругленную гладкую шляпку, к которой плотно прижимается язычок ползуна переключателя. При монтаже контакт пропускают через отверстие в панели и снизу навинчивают на него гайку. На выступающую часть контакта надевают металлическую шайбу, затем согнутый

в петлю кончик монтажного провода, еще одну металлическую шайбу и туго навинчивают вторую гайку.

Самодельные контакты показаны на фиг. 51. Их можно изготовить из хорошо знакомых нашим читателям предметов: из стреляных гильз от малокалиберной винтовки, из кусков голой



Фиг. 50. Контакт заводского изготовления для ползункового переключателя.

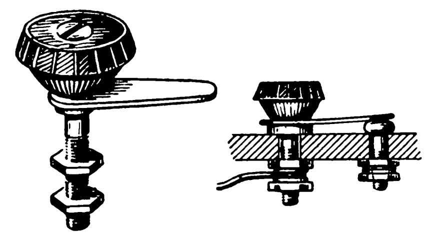
Фиг. 51. Самодельные контакты для ползунковых переключателей.

медной проволоки диаметром 2—3 *мм*, согнутых и пропущенных через отверстия в панели, из канцелярских скрепок. В качестве контакта можно применить и шуруп с полукруглой шляпкой. Вместо контакта можно использовать и другие предметы. Важно, чтобы выступающая над панелью головка предмета была очищена от грязи и ржавчины и тем самым обеспечивала надежное электрическое соединение с ползунком переключателя.

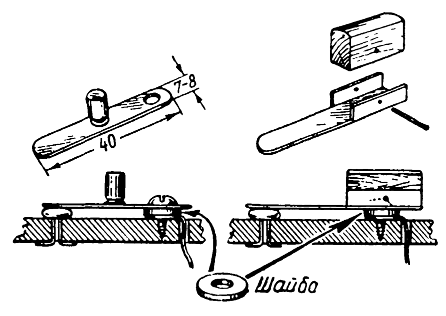
На фиг. 52 показано устройство ползункового переключателя, сделанного на заводе. Ось такого переключателя крепится на панели так же как и контакт. Его ручка вместе с металлическим язычком — ползунком — вращается на оси.

Ползунок переключателя лучше всего сделать из полоски латуни или меди толщиной 0,5—0,7 *мм*, шириной 7—8 *мм* и длиной около 40 *мм* (фиг. 53). Чтобы ползунок плотно прижимался к головкам контактов, он должен пружинить. Для этого латунную или медную полоску, предназначенную для ползунка, нужно отгартовать (отковать молотком). Края кончика ползунка немного изгибают вверх, чтобы он мог переходить с контакта на контакт без заеданий. Чтобы прикосновение руки к ползунку не влияло на настройку радиоприемника, к ползунку переключателя приделывают деревянную ручку.

На фиг. 54 слева показано готовое одинарное гнездо, а справа — два гнезда, смонтированные на гетинаксовой пластинке. Одинарное гнездо крепится на панели, так же как и кон-



Фиг. 52. Ползунковый переключатель заводского изготовления.

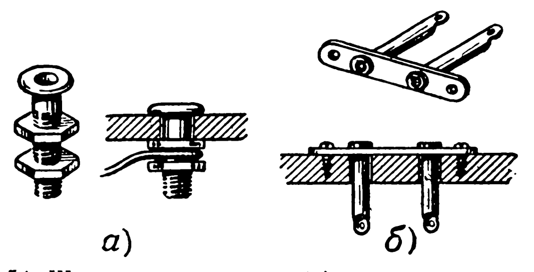


Фиг. 53. Самодельные ползунковые переключатели.

такт, а пластинка с гнездами привинчивается маленькими шурупами через отверстия, имеющиеся в пластинке.

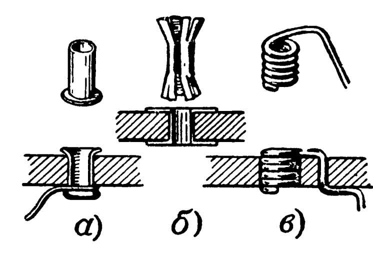
Гнездо можно сделать из гильзы от малокалиберной винтовки (фиг. 55,*а*). Гильзу забивают молотком в отверстие в панели с нижней стороны. Часть гильзы, выступающую над панелью, развальцовывают, т. е. ее края разводят с помощью кернера или другого конусообразного металлического предмета.

Гнезда часто делают из жести (фиг. 55,*б*). Для этого кусочек жести размером 15 × 15 *мм* свертывают в трубочку диаметром 4 *мм*, делают по ее краям надрезы и вставляют в отверстие панели. Надрезы оттибают с обеих сторон панели.

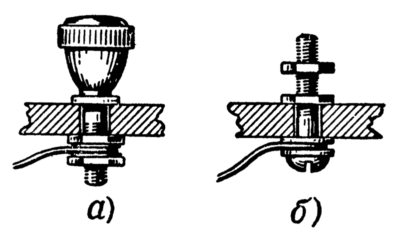


Фиг. 54. Штепсельное гнездо (*а*) и колодка с двумя штепсельными гнездами (*б*).

Можно также сделать гнездо из очищенной от изоляции медной проволоки диаметром 0,7—1 *мм* (фиг. 55,*в*). Из нее делают спираль в виде трубочки, наматывая ее, например, на ножку детектора. Сделанные таким способом



Фиг. 55. Самодельные гнезда.



Фиг. 56. Зажим заводского производства (*а*) и использование в качестве зажима болтика с гайками (*б*).

гнезда должны туго входить в отверстия на панели.

Зажимы и гнезда применяют для подключения к приемнику проводников, идущих, например, от антенны и заземления. Заводской зажим (фиг. 56,*а*) можно заменить болтиком с гайками (фиг. 56,*б*). Провод от антенны или заземления, включаемый в гнездо, нужно снабдить ножкой от штепсельной вилки.

Порядок сборки радиоприемников

С первых шагов конструкторской работы радиолюбитель должен приучить себя к определенному порядку в сборке радиоприемников. Это значительно сократит время, затрачиваемое на сборку приемника, обеспечит наименьший расход материалов и деталей.

Прежде всего нужно купить, подобрать или изготовить детали, необходимые для приемника по выбранной схеме. Когда весь комплект деталей будет налицо, их следует разложить на листе бумаги в рекомендуемом в монтажной схеме порядке, уточнить размеры будущей панели и только после этого изготавливать панель.

Очень часто размеры имеющихся деталей расходятся с размерами деталей, указанными в описании. В таких случаях панель можно сделать немного большего или меньшего размера, но порядок размещения деталей на ней нужно стараться сохранить тот, который указан в монтажной схеме. Не следует стремиться к значительному уменьшению размеров конструкции. На панели малого размера монтаж делать труднее.

На готовой панели следует расположить все детали в том же порядке, как они были разложены на бумаге, и отметить места всех необходимых отверстий. Окончательную разметку отверстий нужно делать с помощью линейки и циркуля. Отверстия для контактов переключателя должны располагаться по окружности, центром которой будет отверстие для оси ползунка переключателя. Нужно помнить, что центры контактных ножек детектора или вилок телефонов расположены на расстоянии 20 *мм* друг от друга. В соответствии с этим и центры гнезд, предназначенных для включения детектора или телефона, должны находиться друг от друга точно на таком же расстоянии. Эти гнезда, а также зажимы для подключения антенны и заземления располагаются параллельно краям панели. Отверстия должны иметь такой размер, чтобы детали прочно держались в них.

После разметки надо просверлить все отверстия и затем тщательно зачистить панель мелкой стеклянной или наждачной бумагой и покрыть ее лаком.

На готовую панель в первую очередь крепят все детали переключателей, проверяют, достаточно ли хорошо их ползунки прижимаются к головкам контактных болтиков. Затем укрепляют гнезда, зажимы и, в последнюю очередь, катушку. После этого можно приступить к соединению деталей между собой. Кончики всех соединительных проводников должны быть зачищены до блеска, при соединениях прочно скручены, а еще лучше — спаяны.

В местах возможных замыканий проводников между собой проводники надо изолировать, надевая на них кембриковые, резиновые или полихлорвиниловые трубки, либо обматывая их изоляционной лентой или пропарафинированной бумагой.

Радиоприемник с секционированной катушкой

Принципиальная и монтажная схемы, а также общий вид этого радиоприемника показаны на фиг. 57. Его схема нам хорошо знакома по первому опыту. Катушка у нас имеется. О конденсаторе C_a, показанном на принципиальной схеме пунктирными линиями, мы скажем несколько позже. Сейчас же поясним

только то, что относится к отводу *4* катушки. От этого отвода на схеме фиг. 57 идут два проводника к контактам обоих переключателей. Это вовсе не значит, что нужно разорвать петлю отвода и получившиеся два конца соединить с контактами разных переключателей. Если сделать так, то цепь антенного контура окажется разорванной и приемник работать не будет. Отвод *4* должен соединяться одновременно с двумя контактами обоих переключателей. Такое соединение сделано для того, чтобы иметь возможность включать число витков меньше, чем 50. Для этого переключатель $П_1$ устанавливают на контакт, соединенный с отводом *4*, а переключателем $П_2$ подбирают требуемое число витков. Если оба переключателя установить на контакты, соединенные с отводом *4*, то антенна окажется заземленной.

Радиоприемник собирают на дощечке-панели размером 120 × 200 *мм*. Снизу к ее краям прибивают брусочки высотой по 20—25 *мм*, которые будут служить подставками. На панели располагаются переключатели с контактами, гнезда, зажимы и катушка. Соединение между деталями делают под панелью.

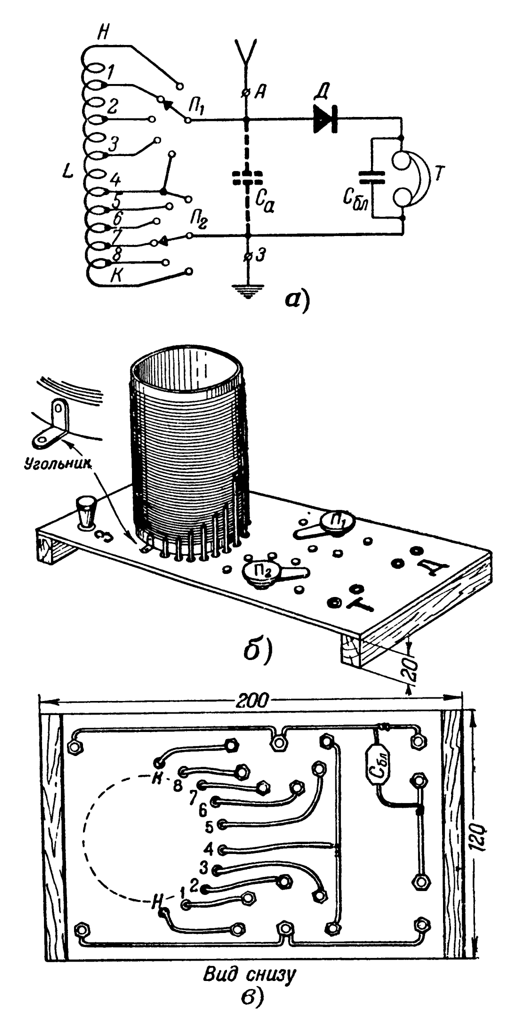
Катушку можно укрепить на панели с помощью 2—3 металлических угольников. Для этого из жести, железа, меди или другого листового металла толщиной 0,5—0,8 *мм* вырежьте полоски длиной по 16—18 *мм* и шириной 7—8 *мм*, просверлите в каждой из них по два отверстия и изогните их плоскогубцами в виде угольников. С помощью болтиков или заклепок, пропущенных через одно отверстие, угольники будут крепиться к нижней части каркаса, а через второе отверстие — к панели.

Катушку можно также укрепить на кружке фанеры, вырезанном по внутреннему диаметру катушки и приклеенному или прибитом маленькими гвоздиками к панели.

Отводы, а также начало и конец катушки пропустите через отверстия в панели, а их зачищенные концы подожмите под гайки контактов переключателей. При этом нужно следить, чтобы отводы не обрывались и не соединялись между собой. Зажим антенны *А*, ползунок переключателя $П_1$ и одно гнездо детектора соедините между собой одним проводником; точно также соедините зажим заземления *З*, ползунок переключателя $П_2$ и одно гнездо телефонов. Оставшиеся свободными гнезда детектора и телефона соедините между собой третьим проводником. Чтобы не спутать гнезда, зажимы и переключатели, снабдите их надписями.

К гнездам телефона присоедините блокировочный конденсатор $C_{бл}$ емкостью 500—2 000 *пф*. Его надо заменить сопротивлением величиной в 30—100 *ком*, если будут использованы пьезоэлектрические телефонные трубки.

Приемник готов. Проверив правильность всех его соединений по принципиальной схеме, включаем детектор и телефон, присоединяем



Фиг. 57. Детекторный радиоприемник с секционированной катушкой.

антенну и заземление и приступаем к испытанию приемника.

Если поставить приемник так, чтобы на него смотреть со стороны телефона и детектора, то с правой стороны окажутся зажим *А*, переключатель грубой настройки $П_1$ и детектор, а слева — зажим *З*, переключатель более точной настройки $П_2$ и телефон. При этом, чем дальше от нас будут находиться концы ползунов переключателей, тем на более длинную волну настроен приемник.

Порядок настройки приемника нашему читателю уже знаком по предыдущим беседам.

На этот приемник можно вести прием радиовещательных станций, работающих на волнах примерно от 300 до 2 000 *м.*

Мы знаем, что в колебательный контур приемника входят емкость антенного устройства и катушка. Знаем также и то, что чем больше число витков катушки и чем больше емкость колебательного контура, тем на более длинную волну может быть настроен радиоприемник. В нашем приемнике настройка на самую длинную волну получается при включении всех 250 витков катушки. Емкость же антенны определяется длиной и высотой подвеса ее, она равна примерно 200—300 *пф.*

В некоторых случаях емкость и индуктивность контура могут оказаться меньше предполагаемых (например, мала емкость антенны, уменьшен диаметр каркаса катушки). В этом случае некоторые длинноволновые станции, работающие на волнах, близких к 2 000 *м*, будут слабо слышны даже при полностью включенной катушке. Это значит, что для точной настройки мала емкость колебательного контура или недостаточно число витков в его катушке.

Что же увеличить? В данном случае легче увеличить емкость контура, чем доматывать катушку. Значит, между зажимами антенны и заземления (или между ползунками переключателей) надо включить конденсатор. Емкость его лучше подобрать опытным путем. Она может быть в пределах от 100 до 500 *пф.* Надо вмонтировать в приемник конденсатор такой емкости, при котором радиостанция, работающая на самой длинной волне, хорошо слышна при почти полностью включенной катушке.

Приемник с настройкой скользящим ползунком

Принципиальная схема такого радиоприемника показана на фиг. 58, а общий вид его — на фиг. 59.

Настройка этого радиоприемника производится ползунком, который, перемещаясь по заземленному направляющему стержню и скользя по виткам катушки вверх или вниз, включает в детекторную цепь приемника различное число витков. Здесь ползунок выполняет роль переключателя витков катушки. Настройка получается плавная по всему диапазону с точностью до одного витка.

Каркас катушки должен быть прочным, жестким. Толщина стенок его должна быть не менее 2 *мм*, а высота 120—130 *мм.* Его нужно склеить из нескольких слоев прочного картона на цилиндрической болванке (можно бутылке) диаметром 90—100 *мм.*

Для дна и верхней крышки приемника вырежьте из 4—6-миллиметровой фанеры 2 кружка диаметром, равным внутреннему диаметру каркаса, и 2 кружка, диаметром на 14—15 *мм* больше его внешнего диаметра. К каждому большому кружку приклейте по меньшему кружку. Одна пара кружков будет дном, а другая — крышкой приемника. Около края дна и крышки просверлите по отверстию. Через них будет пропускаться направляющий стержень (см. фиг. 59).

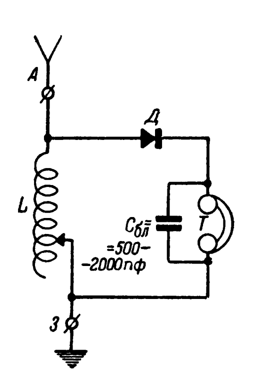
На крышке укрепите две пары гнезд — для детектора и телефона и два зажима — для подключения антенны и заземления. При этом зажим заземления должен быть около отверстия для направляющего стержня (фиг. 60).

Направляющий стержень сделайте из совершенно прямой латунной или сталистой (твердой) проволоки диаметром 2,5—3 *мм.* На верхнем конце стержня сделайте петельку и, отступая от нее, изогните стержень под прямым углом. Стержень должен пропускаться через отверстие в крышке и дне приемника и закрепляться на зажиме заземления. Ползунок представляет собой изогнутую латунную или медную полоску толщиной 0,2—0,3 *мм* с двумя отверстиями, через которое он надевается на стержень.

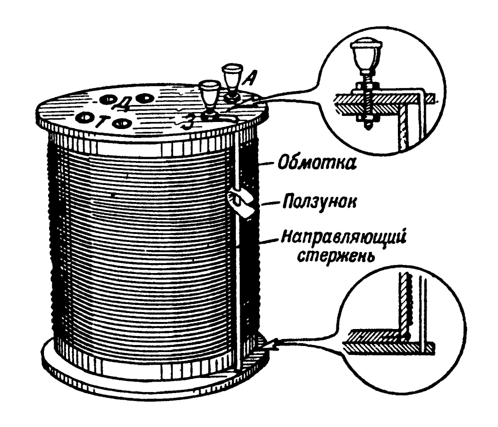
После того как будут изготовлены и хорошо обработаны каркас, дно, крышка и стержень с ползунком, можно наматывать катушку. Она наматывается проводом диаметром 0,4—0,5 *мм* в эмалевой изоляции и содержит 220—230 витков. Провод укладывается с небольшим натяжением, плотно виток к витку. Между витками не должно быть никаких просветов, иначе витки будут сбиваться во время настройки приемника. Начало и конец катушки прочно закрепите в проколах каркаса на расстоянии 10 *мм* от краев.

Дно приемника после намотки катушки нужно приклеить или прибить мелкими гвоздиками к каркасу. Сделав монтаж на внутренней стороне крышки, закрепите направляющий стержень и к зажиму антенны присоедините начало катушки. После этого на стержень наденьте ползунок и установите крышку на свое место так, чтобы нижний конец стержня вошел в отверстие дна. Чтобы крышка не могла поворачиваться, прибейте ее к каркасу двумя маленькими гвоздиками. Теперь остается зачистить с помощью мелкой шкурки поверхность обмотки катушки в том месте, где к ней должен прикасаться ползунок, и приемник готов. Присоединив антенну, заземление, включив детектор и телефон, его можно настраивать на радиостанции.

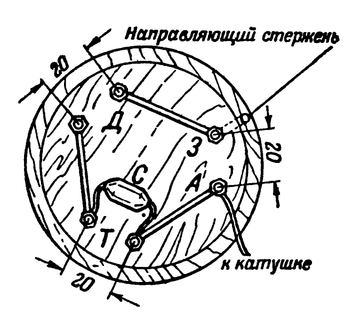
Нужно отметить, что, изготавливая этот приемник, надо особо тщательно выполнять



Фиг. 58. Принципиальная схема детекторного радиоприемника с настройкой скользящим ползунком.

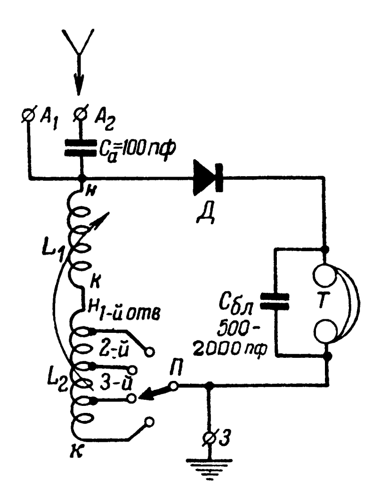


Фиг. 59. Внешний вид детекторного радиоприемника с настройкой скользящим ползунком.



Фиг. 60. Вид на крышку радиоприемника с настройкой скользящим ползунком.

каркас и намотку катушки. Если каркас будет не жестким, он будет проминаться, и обмотка быстро ослабнет. Если провод будет уложен без натяжения и с просветами между витками, то при первой же настройке витки катушки будут сбиваться, что приведет к порче приемника.



Фиг. 61. Принципиальная схема детекторного радиоприемника с вариометром.

Конструкция этого приемника проста, но она имеет некоторые недостатки. Скользящий ползунок постепенно перетирает витки катушки, через ползунок происходит замыкание двух соседних витков катушки, а это ухудшает качество работы приемника, но все же приемник работает достаточно хорошо, а его изготовление принесет начинающему радиолюбителю большую пользу.

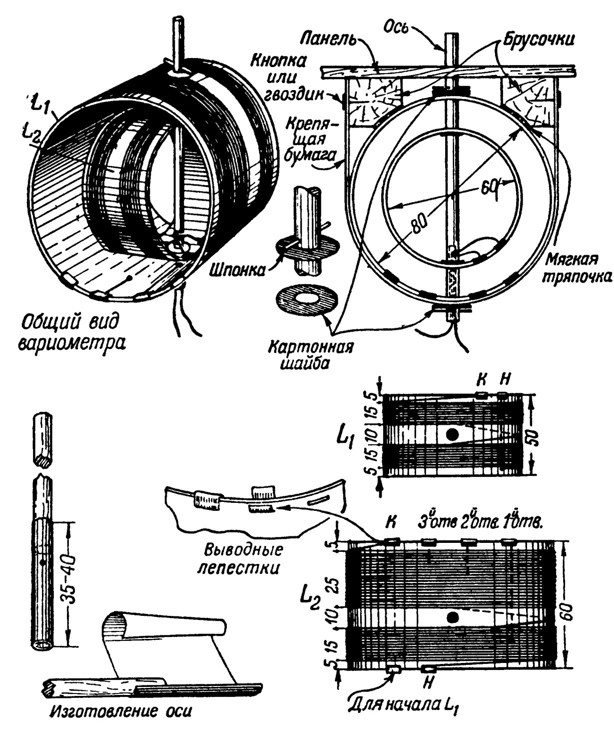
Радиоприемник с вариометром

Схема этого радиоприемника (фиг. 61) не имеет существенных отличий от схемы, испытанной нами в третьем опыте. Здесь грубая настройка производится переключением отводов катушки L_2, а плавная — изменением положения катушки L_1 по отношению к катушке L_2. Катушки L_1 и L_2 образуют вариометр. При повороте катушки L_1 вариометра на половину окружности (180°) настройка приемника плавно изменяется.

Новым для нашего читателя в этой схеме является способ включения, вернее переключения антенны. Для подключения антенны радиоприемник имеет два зажима: A_1 и A_2. При подключении антенны к зажиму A_1 она присоединяется непосредственно к вариометру, а при подключении к зажиму A_2 — через конденсатор постоянной емкости C_a в 100 *пф*.

Более подробно о роли антенного конденсатора мы скажем позже. Сейчас же мы только заметим, что при подключении антенны к приемнику через конденсатор C_a приемник можно настраивать на более короткие волны, чем при подключении без конденсатора. При этом улучшается избирательность приемника, т. е. имеется возможность лучше отстраиваться от мешающих радиостанций.

Вариометр. Вариометр — основная и самая трудная в изготовлении часть этого радиоприемника. Он состоит из двух последовательно соединенных катушек, одна из которых при помощи оси может поворачиваться внутри другой (фиг. 62). Подвижная малая катушка намотана на каркасе диаметром 60 *мм* и скреплена с осью. Неподвижная большая катушка намотана на каркасе диаметром 80 *мм*. Отверстия в каркасе этой катушки служат подшипниками оси малой катушки. Неподвижная — большая — катушка индуктивности называется статором, а поворачивающаяся внутри нее малая катушка — ротором вариометра. От продольного смещения удерживают булавки или тонкие гвоздики, вбитые



Фиг. 62. Устройство и крепление вариометра.

в ось с внешних сторон вариометра. Чтобы при вращении оси шпонки не портили изоляцию провода и каркас неподвижной катушки, под них на ось надеты картонные шайбы. При изготовлении вариометра особое внимание надо обратить на то, чтобы края каркаса малой катушки при вращении не задевали за каркас большой катушки.

Рекомендуем сначала склеить и обработать каркасы, заготовить ось, проделать в каркасах отверстия по диаметру оси, собрать каркасы в единую конструкцию и отрегулировать будущий вариометр, затем разобрать его, намотать катушки и вновь собрать его.

Каркасы катушек желательно склеить из прессшпана или плотного картона. Их размеры указаны на фиг. 62.

Ось вариометра — деревянная палочка диаметром 5—7 *мм* и длиной 125—130 *мм*. Для ее изготовления удобно использовать ученическую деревянную ручку или круглый карандаш. С одного конца палочки нужно сделать внутреннее продольное отверстие диаметром 3—4 *мм* на длину 25—30 *мм*, а потом боковое отверстие. Через них будут пропущены выводы подвижной катушки наружу вариометра. Если нет возможности просверлить такие отверстия, то на конце оси можно сделать бумажную трубочку, как показано внизу слева на фиг. 62. Для этого вырезают полоску бумаги шириной 35—40 *мм* и длиной 90—100 *мм*, смазывают ее клеем и плотно наматывают на конец оси. После полного высыхания в получившейся трубочке проделывают боковое отверстие для пропускания выводов катушки.

Отверстия в каркасах должны быть такими, чтобы ось туго входила в них. Ось не должна болтаться в отверстиях большой катушки, а удерживаться в них за счет трения в любом положении. Для уменьшения трения края отверстия можно натереть воском или парафином.

Для выводов и отводов катушек по краям каркасов желательно укрепить выводные лепестки, представляющие собой полоски из жести или тонкой латуни шириной 4—5 *мм* и длиной 8—10 *мм*. Они пропускаются через прорези в каркасах и загибаются, как показано на фиг. 62. К ним припаиваются пропущенные внутрь каркасов отводы и выводы катушки.

Для намотки обеих катушек пригоден провод диаметром 0,3—0,4 *мм* в эмалевой, хлопчатобумажной или шелковой изоляции. Намотка однослойная, виток к витку. Если имеется провод большего диаметра, чем указано, длину каркаса неподвижной катушки нужно несколько увеличить.

На каркас малой катушки (L_1) надо намотать 70—75 витков. Сначала наматывают 35—38 витков, затем, не обрезая провода, переносят его на другую часть каркаса и наматывают в ту же сторону еще столько же витков. Просвет между витками в средней части необходим для пропускания оси. Чтобы крайние витки не сползали, их можно приклеить к каркасу лаком, клеем БФ-2, каплями расплавленного сургуча или канифоли.

Большая катушка (L_2) содержит 125—130 витков и имеет 3 отвода. Первый отвод сделан от 50-го, второй отвод от 75-го, третий от 100-го витков. Последний виток является концом катушки. Переход с малой части на большую часть катушки делается приблизительно после 45—47-го витка.

Витки обеих катушек вариометра должны быть намотаны в одну сторону.

Намотанные катушки нужно собрать, еще раз проверить плавность вращения малой катушки, надеть на ось шайбы, вбить в ось гвоздики, прочно скрепить малую катушку с осью при помощи клея или расплавленного сургуча.

Теперь нужно вывести начало и конец малой катушки через трубчатую часть оси наружу вариометра. Эти выводы нужно сделать гибким многожильным проводом в шелковой или бумажной изоляции. Обычный медный провод для этой цели мало пригоден, так как от вращения катушки он вскоре перетрется, в ре-

зультате получится обрыв провода или соединение между выводами катушки. Длина выводных проводников должна быть такой, чтобы внутри и снаружи вариометра получились небольшие петли.

Один из этих выводов припаивается к свободному лепестку на каркасе большой катушки рядом с началом L_2, а другой — к лепестку начала L_2.

Монтаж приемника. Приемник монтируется на панели, являющейся одновременно крышкой его ящика. Монтажная схема приведена на фиг. 63. Вариометр крепится на двух брусочках, приклеенных или прибитых к панели при помощи бумажной или картонной полоски шириной 65—70 *мм* (см. фиг. 62). Эта полоска одним концом приклеивается или прибивается к одному из брусочков, перекидывается через вариометр и другим концом закрепляется на втором брусочке. Разумеется, что прежде, чем крепить полоску, в ней нужно вырезать отверстие для оси. Во избежание порчи изоляции провода катушки L_2 на брусочки наклейте мягкую материю (бумазею, байку). На ось вариометра укрепите ручку со стрелкой-указателем настройки. Под стрелкой наклейте шкалу настройки с делениями от 0 до 100.

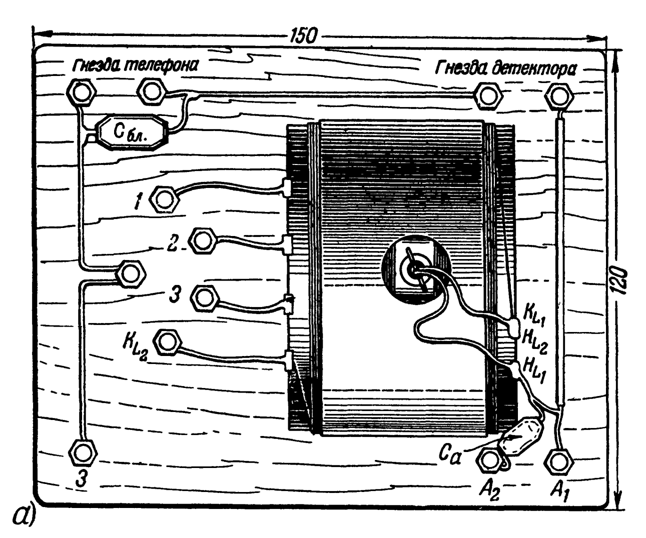
Ручку можно сделать в виде кружка диаметром 30—40 *мм*, выпиленного из 10-миллиметровой фанеры. В центре кружка просверливается отверстие по диаметру оси, а снизу его прибивается стрелка, вырезанная из жести. Готовая ручка со стрелкой насаживается на ось вариометра. Шкалу настройки можно вычертить либо использовать в качестве шкалы готовый транспортир; в последнем случае шкала будет иметь 180 делений.

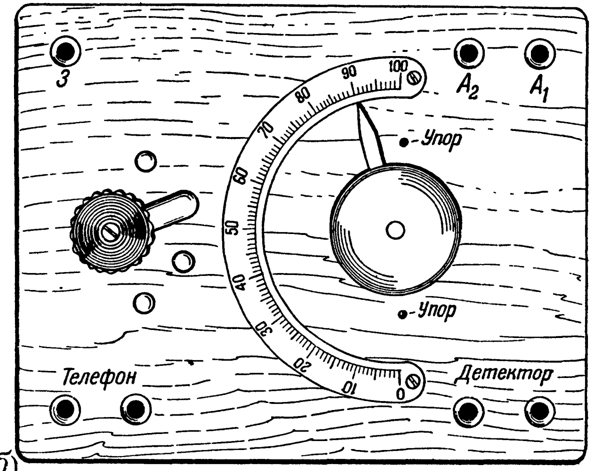
Прежде чем крепить ручку на оси вариометра, поставьте катушку L_1 в такое положение, когда витки обеих катушек будут в одной плоскости и обращены своими начальными выводами в одну сторону (началом катушки L_2 нужно считать вывод, соединенный с антенной). При таком положении оси смажьте клеем ее кончик и насадите на нее ручку. При этом стрелка должна указывать на цифру 100 шкалы. После засыхания клея ручку покройте лаком или покрасьте.

По краям шкалы вбейте маленькие гвоздики-упоры, ограничивающие вращение оси вариометра. Вращение катушки больше чем на половину оборота излишне и, кроме того, выводы катушки от этого могут перекрутиться и оборваться.

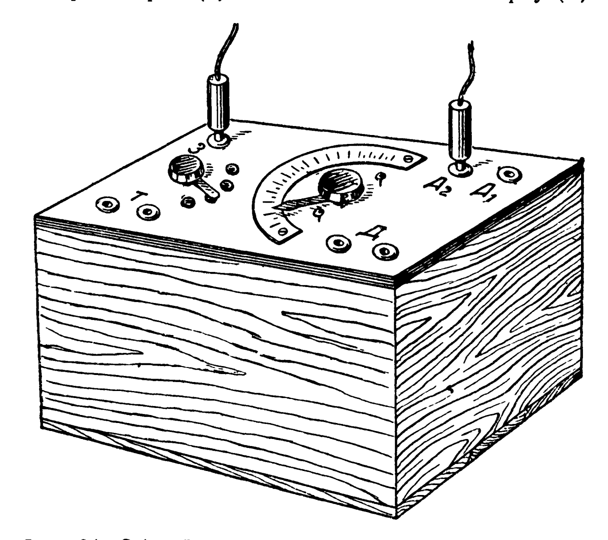
Радиоприемник в законченном виде показан на фиг. 64.

Настройка радиоприемника. Во время первых испытаний приемника нужно





Фиг. 63. Монтажная схема детекторного приемника с вариометром (*а*) и вид на его панель сверху (*б*).



Фиг. 64. Общий вид детекторного радиоприемника с вариометром.

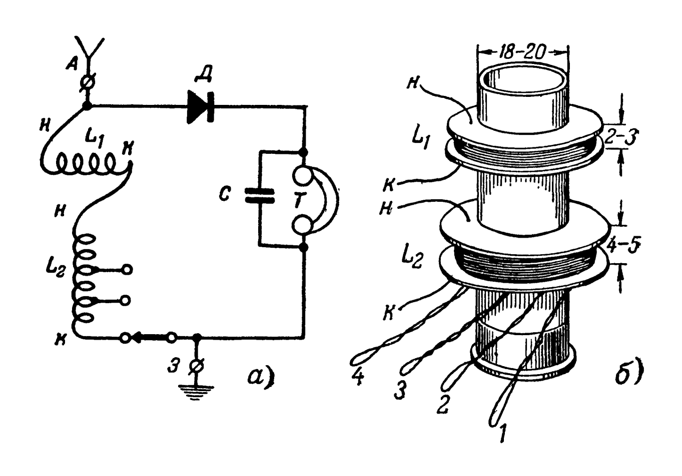
определить, какие радиостанции он принимает, и запомнить положение переключателя и ручки вариометра для каждой радиостанции. При последующих настройках уже не придется производить «поисков» станций, так как для этого будет достаточно установить его ручки настройки в нужное положение.

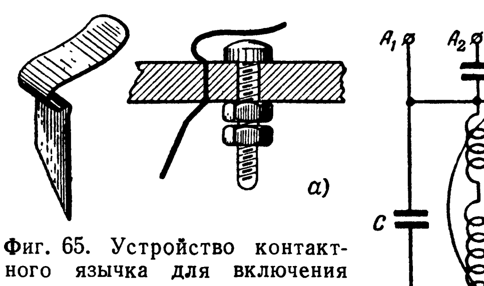
Грубая настройка радиоприемника осуществляется переключателем, а плавная — поворотом катушки L_2 при помощи ручки. Чтобы определить, какие радиостанции может принимать радиоприемник и какое при этом будет положение ручек настройки, нужно прослушать внимательно весь диапазон волн, который перекрывает радиоприемник. Начать нужно или с самых длинных волн, или, наоборот, с самых коротких. Допустим, что начинаем с самых длинных волн. Для этого ручку вариометра следует поставить так, чтобы ее стрелка указывала на цифру 100, переключатель поставить на контакт конца катушки L_2, антенну включить в гнездо A_1. Вращая ручку вариометра в сторону уменьшения цифр шкалы, прослушиваем работу приемника. Затем переключатель устанавливаем на контакт *3*, ручку вариометра переводим на деление 100 и снова, плавно вращая ручку в сторону убывания цифр шкалы до 0, слушаем в телефоны. Далее поступаем так же при установке переключателя на контакты выводов *2* и *1*. Положения переключателя на контакте *1*, а вариометра на «0» шкалы соответствуют наименьшей длине волны, на которую может быть настроен радиоприемник (примерно 300 *м*). В том же порядке проверяется настройка приемника и при включении антенны в гнездо A_2.

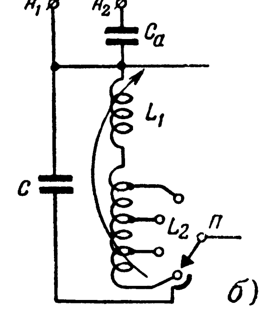
Если при установке переключателя на контакт, к которому подведен конец катушки L_2, и установке ручки настройки на деление «100» радиоприемник не будет принимать радиостанцию, работающую на самой длинной волне, которая слышна в данном районе, то параллельно вариометру нужно подключить конденсатор постоянной емкости в 150—300 *пф*. Схема и приспособление для подключения этого конденсатора показаны на фиг. 65. Рядом с контактом в пропиленную в панели щель вставляют согнутый из полоски жести язычок. Он должен располагаться над контактом так, чтобы ползунок переключателя, прижимаясь к головке контакта, одновременно касался бы и язычка. Если это не получается, надо больше подогнуть язычок. К хвостику язычка припаивается один вывод конденсатора, другой его вывод соединяется с антенным проводником. Таким образом, дополнительный конденсатор, позволяющий принимать более длинную волну, будет включен только при установке переключателя на контакт конца катушки L_2, в остальных же положениях переключателя этот конденсатор в работе приемника участия не принимает.

Приемник с постоянной настройкой

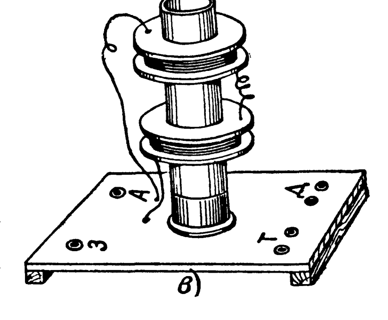
Этот радиоприемник очень прост (фиг. 66), хотя схема его почти не отличается от схемы предыдущего приемника. В нем отсутствуют антенный конденсатор и переключатель, а вариометр упрощен. Вариометр состоит из двух катушек, намотанных на прочных картонных шпульках и расположенных на общем каркасе. В качестве каркаса можно использовать охот-







Фиг. 65. Устройство контактного язычка для включения конденсатора, удлиняющего волну (*а*) и схема его включения (*б*).



Фиг. 66. Принципиальная схема радиоприемника с фиксированной настройкой (*а*), его катушки (*б*) и общий вид (*в*).

ничью картонную гильзу диаметром 18—20 *мм* (14—12 калибра); его можно сделать и из сухого дерева.

Внутренний диаметр шпулек должен быть равен внешнему диаметру каркаса. Шпулька катушки L_2 может быть приклеена к каркасу, а шпулька катушки L_1 должна иметь возможность передвигаться по каркасу, но не спадать самопроизвольно.

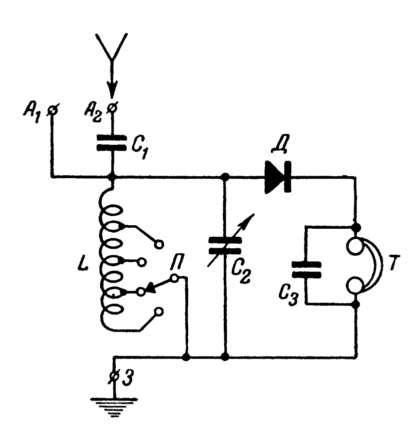
Обе катушки наматываются «внавал» (т. е. без соблюдения порядка укладки витков) проводом диаметром 0,2—0,5 *мм*. На шпульку катушки L_1 намотайте 50—60 витков без отводов, а на шпульку катушки L_2 — 250—300 витков с отводами через каждые 50—60 витков. Конец первой катушки соедините с началом второй катушки.

В предыдущем приемнике мы изменяли настройку поворотом малой катушки вариометра внутри большой. В этом же приемнике мы будем производить плавную настройку перемещением верхней катушки относительно нижней. Верхнюю катушку можно также снять с каркаса, перевернуть и надеть на каркас, но уже другой стороной.

Когда витки обеих катушек будут направлены в одну сторону и мы их сближаем, то длина волны, на которую настроен приемник, будет увеличиваться. Когда же их витки направлены в разные стороны (верхняя катушка перевернута) и мы сближаем катушки, длина волны, на которую настроен приемник, будет укорачиваться. Так производят плавную подстройку. Грубая же настройка приемника осуществляется переключением заземленного проводника от одного отвода катушки L_2 к другому.

Таким образом, переключением секций катушки L_2 и изменением взаимного положения катушек радиоприемник можно настроить на местную радиовещательную станцию. После этого можно закрепить положение верхней катушки, прочно прикрутить (или припаять) заземленный проводник к выводу нижней катушки, а остальные ее отводы изолировать. Тогда получится радиоприемник с постоянной (фиксированной) настройкой. Он всегда готов для приема той станции, на которую он настроен.

При желании наши читатели могут установить в приемнике переключатель, а верхнюю катушку не закреплять. Получится приемник, грубая настройка которого производится переключателем, а подстройка — передвижением верхней катушки по каркасу.



Фиг. 67. Принципиальная схема детекторного радиоприемника с настройкой конденсатором переменной емкости.

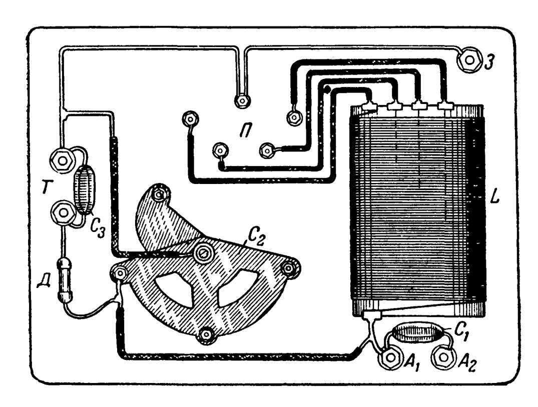
Радиоприемник с конденсатором переменной емкости

В радиоприемнике, схема которого приведена на фиг. 67, плавная настройка осуществляется конденсатором переменной емкости C_2, а грубая — переключателем *П*. В этом приемнике, так же как и в приемнике с вариометром, имеется антенный конденсатор C_1, улучшающий избирательность приемника.

Применяемые в приемнике конденсаторы имеют следующие емкости: C_1 — 60—80 *пф*, C_2 — 500 *пф* (наибольшая) C_3—500—2 000 *пф*. Конденсатор переменной емкости C_2 может быть как с воздушным, так и с твердым диэлектриком (подробнее о таких конденсаторах мы расскажем в десятой беседе).

Катушка приемника цилиндрическая, однослойная. Диаметр ее каркаса около 60 *мм*, высота — 100—110 *мм*. На каркас нужно намотать 180—200 витков, сделав отводы от 40, 80 и 120 витков. Провод можно применить диаметром 0,3—0,5 *мм* в любой изоляции. Если для настройки приемника будет использован конденсатор переменной емкости, наибольшая емкость которого не превышает 350—400 *пф*, отводы в катушке нужно делать чаще, примерно через каждые 30 витков.

В этом приемнике можно применить и катушку, которую мы сделали для первых опытов, изолировав и оставив свободными отводы малых секций. Вместо заводского конденсатора переменной емкости можно использовать и самодельный, описание которого приводится на стр. 71. Можно также использовать конденсатор из двух пластин: одна пластина крепится неподвижно, а другая передвигается в пазах около первой, подобно тому, как движется шторка кассеты пластиночного фотоаппарата. Пластины должны находиться возможно ближе друг к другу, но не соединяться между собой.



Фиг. 68. Монтажная схема детекторного радиоприемника с настройкой конденсатором переменной емкости.

Конструкция радиоприемника может быть выбрана любая. В качестве примера на фиг. 68 показываем монтаж приемника с готовым (заводским) конденсатором переменной емкости. Верхняя — лицевая — часть приемника мало чем отличается от приемника с вариометром. В этом приемнике использован детектор с постоянной чувствительной точкой (см. стр. 89).

В случае если на приемник не будут слышны радиостанции, работающие на самых длинных волнах, следует увеличить число витков катушки на 25—30. Если доматываемые витки не уложатся на каркасе в один слой, их можно расположить поверх последней секции катушки на бумажной прокладке. Можно также параллельно катушке включить дополнительный конденсатор (как это было сделано в приемнике с вариометром).

Приемник с настройкой металлом

Этот приемник отличается от предыдущих устройством катушки и способом плавной подстройки. Схема его антенной цепи показана на фиг. 47. Остальная часть схемы приемника такая же, как и у описанных выше.

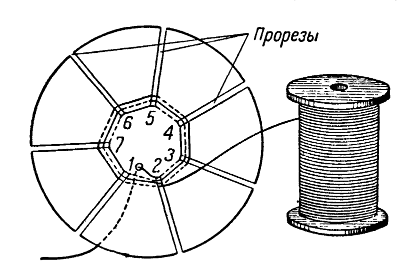
Катушка приемника наматывается на плоском основании, вырезанном из 1,5—2 *мм* фанеры или толстого картона (фиг. 69). Основание изготовляют следующим образом. На фанере или картоне проводят две окружности радиусом в 20 и 60 *мм* и помечают на равном расстоянии друг от друга места прорезов, которые должны быть сделаны от меньшей к большей окружности. Прорезов должно быть обязательно нечетное число (5, 7, 9 и т. д.); ширина их по 2—3 *мм*. Разметить места прорезов легко с помощью транспортира. Края прорезов необходимо зачистить наждачной бумагой так, чтобы они были гладкими.

Для намотки катушки желательно взять провод диаметром 0,2—0,3 *мм* в бумажной или шелковой изоляции. Начало обмотки катушки укрепляют в проколах около прореза *1*. Провод через прорез *2* пропускают вниз, затем через прорез *3* — вверх, потом через прорез *4* — вниз, через прорез *5* — вверх и т. д. Когда провод дойдет до первого прореза, получится один виток. Таких витков нужно уложить около 200, сделав отводы через каждые 35—40 витков. Укладывать провод нужно плотно виток к витку, прижимая их к поверхности основания, иначе на каркасе нужное число витков не поместится. Последний виток закрепляют в проколах так же, как и начало катушки. Получается плоская катушка, напоминающая своей конструкцией дно корзины. Поэтому такую катушку называют катушкой корзиночного типа.

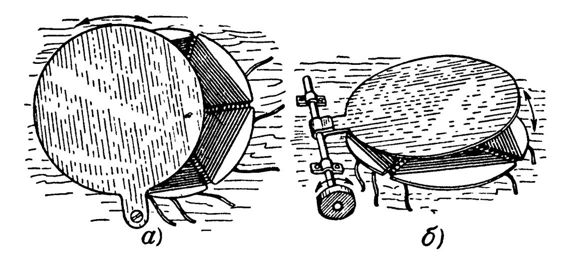
Если применяется провод в эмалевой изоляции, то намотку нужно производить особенно аккуратно, так как при пропускании провода через прорезы эмаль может повредиться и между витками возникнет замыкание. В случае применения более толстого провода, чем указано выше, надо увеличить размер основания катушки.

Для плавной настройки приемника из 1—1,5-*мм* листового алюминия, цинка или меди изготовляют диск диаметром по размеру катушки.

Приемник можно смонтировать на открытой панели. Катушка крепится к панели плашмя. Диск может или смещаться над катушкой (фиг. 70,*а*), или отходить от нее (фиг. 70,*б*). Чем ближе к катушке сможет подходить диск



Фиг. 69. Изготовление катушки корзиночного типа.



Фиг. 70. Способы настройки приемника металлом.

или чем больше он сможет перекрывать катушку, тем значительнее будет изменение настройки приемника при каждом положении переключателя.

Установка приемника и пользование им

Для удобства пользования приемником его лучше всего поставить на отдельном столике или на полочке, прибитой к стенке возможно ближе к грозопереключателю. Около приемника в стену нужно вбить гвоздь, на который будут вешаться телефонные трубки после окончания приема. Не следует ставить приемник на подоконник и вообще в сырое место.

Чтобы пользоваться готовым приемником, нужно присоединить к нему антенну и заземление и включить в него детектор и телефон.

Первые испытания приемника лучше всего делать после наступления темноты, когда работает больше всего радиостанций и условия для приема отдаленных станций лучше, чем днем. Когда настроетесь на радиостанцию, нужно дослушать передачу до перерыва, узнать, какая станция работает, и записать положение ручек настройки. Обычно в перерывах диктор сообщает наименование работающей радиовещательной станции. В результате вы будете знать, на что «способен» приемник, и иметь представление о том положении ручек управления, которое должно быть при повторных настройках на желательные станции.

Прослушивание диапазона желательно повторить несколько раз и в разное время. В течение нескольких «прогулок по эфиру» при некоторой усидчивости и внимании можно быстро освоиться с приемником, выявить его качества и свободно управлять им.

Напоминаем о том, что когда приемником не пользуетесь, обязательно заземляйте антенну грозопереключателем.

Неисправности детекторного приемника

Хотя детекторный приемник прост, но и он может отказать в работе.

Если радиоприемник прекратил работу, нужно прежде всего осмотреть, нет ли внешних повреждений в катушке, хорошо ли присоединены антенна и заземление, в порядке ли грозопереключатель. Если внешних повреждений не обнаружено, следует проверить исправность антенны и заземления и их вводов, просмотреть, не соединяется ли провод антенны с каким-либо предметом, через который может быть утечка тока из антенны в землю помимо приемника.

Затем нужно проверить детали приемника. Нарушение электрических соединений в монтаже приемника может произойти в переключателе из-за отвертывания гаек во время настройки, разбалтывания контактных болтиков, если плохо зачищена изоляция в местах соединений. При этом передача слышна с перерывами и со значительным треском. В таких случаях прежде всего нужно проверить все соединения, подтянуть гайки, подрегулировать ползунки переключателей.

В приемнике с вариометром могут быть обрывы проводников, которыми выводятся концы от подвижной катушки. Такие обрывы обнаружить довольно трудно, так как они скрыты изоляцией. Их можно всегда обнаружить с помощью омметра (см. беседу двадцать седьмую) или простым телефонным испытателем (см. стр. 86).

Нарушение соединений может быть и внутри катушки, если она намотана не из целого куска провода, а места соединений не пропаяны. Такие случаи бывают особенно часто, если приемник долгое время находится в сыром месте. От сырости соединения окисляются, нарушаются электрические контакты.

Посмотрите на схему вашего приемника и дайте ответы на следующие вопросы.

Что произойдет, если блокировочный конденсатор окажется пробит (его пластины соединятся между собой внутри)?

Что произойдет, если соединятся между собой проводники, идущие к телефону?

Будет ли работать приемник, если случайно соединятся начало и конец катушки?

Что произойдет, если оборвется провод катушки?

Задайте себе еще ряд подобных вопросов, ответьте на них и вам легче будет искать неполадки.

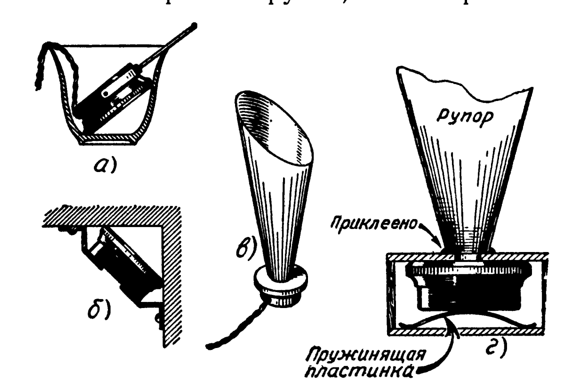
Наименьшее число причин, нарушающих нормальное действие, будет в том приемнике, монтаж которого выполнен аккуратно, а места соединений пропаяны.

Увеличение громкости работы телефона

Расскажем теперь о некоторых простых приспособлениях, с помощью которых можно телефон превратить в «громкоговоритель». Сразу оговоримся, что это будет возможно только в тех случаях, если получается достаточно громкий прием.

Проще всего это сделать, положив телефонную трубку в чашку (фиг. 71,*а*) или тонкостенную консервную банку отверстием вниз наклонно ко дну. Те же результаты можно получить,

поместив телефон в угол комнаты или в угол открытого ящика (фиг. 71,*б*). Хороший результат можно получить, если к трубке приделать рупор из плотной бумаги или тонкого картона (фиг. 71,*в*). Высота рупора может быть в 50—60 *см*; горловина его должна прилегать к отверстию трубки, но не прикасаться



Фиг. 71. Приспособления для повышения громкости работы телефона.

к мембране. Для того чтобы звук не уходил «в потолок», раструб конуса нужно срезать наискось.

Имеет прямой смысл устроить постоянное приспособление для превращения телефона в небольшой громкоговоритель. Такое приспособление показано на фиг. 71,*г*. Это — ящичек по размеру трубки с отверстием в верхней стенке. К отверстию прикреплен рупор. В ящик под отверстием подкладывается (вдвигается) телефонная трубка. Чтобы она плотно прижималась к верхней части ящика, под нее на дне ящика можно укрепить пружинящую пластинку, резинку или войлок. Телефон должен выниматься из ящика и вставляться в него свободно.

Почему такие приспособления дают усиление звука?

Вспомните устройство граммофона (патефона) и вам будет понятно. Площадь мембраны трубки невелика, поэтому она приводит в колебательное движение небольшой объем воздуха. Используя описанные выше приспособления, мы передаем им колебательные движения мембраны. При этом колеблются значительно большие массы воздуха.

В заключение беседы напоминаем, что когда радиоприемник будет налажен и установлен, его необходимо зарегистрировать в местном отделении связи (на почте).

Советуем прочитать:

Ф. А. Лбов, Детекторный приемник, Горьковское областное государственное издательство, 1949.

В. В. Енютин, Детекторные радиоприемники, Связьиздат, 1950.

З. Б. Гинзбург и Ф. И. Тарасов, Самодельные детали для сельского радиоприема, Изд. Московский рабочий, 1950.

В. В. Енютин, Ответы на вопросы по детекторным радиоприемникам (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1952.

Беседа девятая

КАК ПАЯТЬ

О важности хороших, надежных электрических контактов между проводниками и деталями радиоприемников мы говорили неоднократно. Наиболее надежные контакты и прочность монтажа обеспечиваются только пайкой. Но хорошо паять — это своего рода искусство, которое дается не сразу, а в результате некоторой практики. Паять, а не «мазать» припоем — вот чему должен научиться каждый радиолюбитель. Весь секрет надежной и красивой пайки заключается в аккуратности и чистоте. Если плохо зачищены проводники, если загрязнен, недогрет или перегрет паяльник, — никогда не будет хорошей пайки.

Припой

Припоями называют легкоплавкие металлические сплавы, с помощью которых производят пайку. Иногда для пайки применяют чистое олово, оно имеет светлую серебристо-матовую поверхность. Оловянная палочка при изгибе или при сжатии плоскогубцами издает характерный хруст. Но чистое олово сравнительно дорого. Поэтому его применяют только для залуживания и пайки посуды, предназначенной для приготовления и хранения пищи.

При монтаже радиоаппаратуры обычно применяют оловянно-свинцовый припой (сплав олова и свинца). С виду он похож на чистое

олово, но менее светлый — матовый. Чем больше в припое свинца, тем он темнее. Однако по прочности спайки он не уступает чистому олову. Плавится он при температуре 180—200° С. При пайке удобнее пользоваться небольшим кусочком припоя в виде палочки.

Флюсы

Чтобы подготовленные к пайке детали и проводники не окислялись во время их прогрева паяльником, применяют так называемый флюс. Без флюса припой не будет «прилипать» к поверхности металла. Флюсы бывают разные. В мастерских, где ремонтируют металлическую посуду, керосинки и др. домашний инвентарь, применяют «паяльную кислоту». Это раствор цинка в соляной кислоте. Для монтажа радиоаппаратуры такой флюс совершенно непригоден. Кислота со временем разрушает места спайки проводников, из-за чего нарушается электрический контакт. Паяльная кислота при прикосновении к ней паяльника разбрызгивается и осаждается на деталях приемника, при этом даже небольшая капелька кислоты, попавшая на тонкий обмоточный провод, через короткий промежуток времени передает его.

Для монтажа радиоаппаратуры пригодны флюсы, в которых совершенно нет кислоты. Одним из таких флюсов является канифоль.

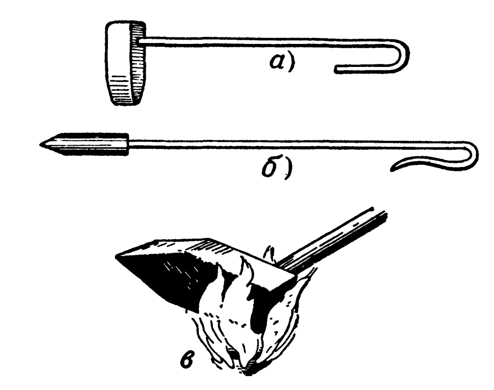
Если пайка производится в легко доступных местах, используется твердая канифоль — в куске. В тех случаях, когда трудно добраться до детали с кусочком канифоли, используют густой раствор канифоли в денатурированном или техническом спирте. Чтобы она хорошо растворилась, ее нужно размельчить в порошок и высыпать в спирт. Так как спирт быстро улетучивается, такой флюс следует хранить в пузырьке с притертой пробкой, например, из-под одеколона. Жидкий флюс наносится на спаиваемые предметы при помощи кисточки.

Паяльники

Основным инструментом для пайки является паяльник. Бывают паяльники, предназначенные для нагрева их на огне и электрическим током — электрические.

Паяльник первого вида (фиг. 72) представляет собой кусок или стержень из красной меди, укрепленный на толстой проволоке или другой металлической ручке. Один конец медного стержня остро заточен; его называют жалом паяльника. Это его рабочая часть. Для разогрева таких паяльников обычно применяют примусы или газовые горелки. Можно нагревать паяльники и на углях.

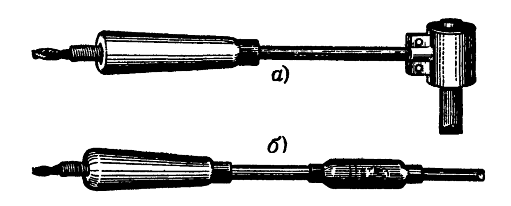
Нагревание паяльника производят таким образом, чтобы его заостренный конец не был бы в пламени огня, при этом он будет меньше загрязняться и окисляться. Степень нормального нагрева паяльника определяется практическим способом. Недогретый паяльник превращает припой в кашицу, которой паять нельзя.



Фиг. 72. Паяльники для разогрева на огне.

Перегретый же паяльник покрывается окалиной и паять не будет. Признаком достаточного прогрева паяльника является вскипание канифоли и большое выделение дыма при ее соприкосновении с нагретым паяльником. Нормально нагретый паяльник хорошо плавит припой и не окисляется.

Большое удобство в работе представляют электрические паяльники (фиг. 73). Нашей промышленностью выпускаются паяльники, предназначенные для включения в электросети с напряжением 127 и 220 *в*. Круглый медный стержень электрического паяльника вставлен в железную трубку. Трубка обернута слюдой. На слюду намотана никелиновая или нихромовая проволока, которая нагревается проходящим через нее электрическим током и нагревает стержень паяльника. Проволока покрыта слоем асбеста и металлическим кожухом. Другой конец трубки вставлен в деревянную ручку. Такой паяльник при помощи вилки на его шнуре включают в штепсельную розетку электрической сети. Если электрический паяльник перегревается, окисляется и покрывается во



Фиг. 73. Электрические паяльники.

время работы окалиной, его нужно временно выключать, давать остыть.

Паяльники бывают молоткового или бокового типа (фиг. 72,*а* и 73,*а*) и торцевые (фиг. 72,*б*, 73,*б*). Наиболее удобны для монтажа радиоаппаратуры торцевые паяльники. Их длинное, тонкое жало позволяет производить пайку даже в трудно доступных местах радиоаппаратуры.

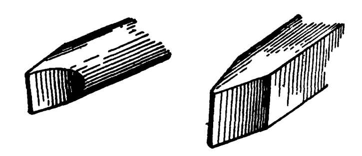
У некоторых электрических паяльников медный стержень торцевого типа может заменяться по необходимости стержнем бокового типа.

При пайке рабочий конец паяльника должен быть всегда горячим и хорошо залужен, т. е. покрыт тонким слоем припоя.

Залуживают паяльник так. Паяльник разогревают, очищают его рабочий конец от окалины, опускают в канифоль, а затем прикасаются им к кусочку припоя. После этого конец паяльника быстро протирают о дерево, чтобы припой покрыл ровным слоем рабочую поверхность жала. Если олово не пристает к жалу даже при хорошо прогретом паяльнике, его нужно еще раз зачистить напильником или наждачной бумагой и вновь залудить. Паяльник можно считать хорошо залуженным тогда, когда рабочая часть жала равномерно покрыта слоем припоя и на его кончике при нагреве нависает капелька припоя.

Рабочий конец любого паяльника со временем «выгорает» и на нем образуются раковины. Придать ему правильную форму можно с помощью напильника. Наиболее правильная и удобная форма рабочей части паяльника показана на фиг. 74.

В результате неоднократной опиловки конца медного стержня электрического паяльника этот стержень делается настолько коротким, что паяльник становится непригодным, хотя обмотка его остается хорошей. Тогда нужно заменить стержень паяльника. Чтобы это было возможно, в процессе пользования паяльником не нужно допускать того, чтобы стержень покрывался внутри трубки толстым слоем окалины. С этой целью стержень следует время от времени поворачивать в трубке с помощью плоскогубцев. Если не забывать этого, сгоревший стержень можно будет легко вытянуть из трубки и заменить его новым.

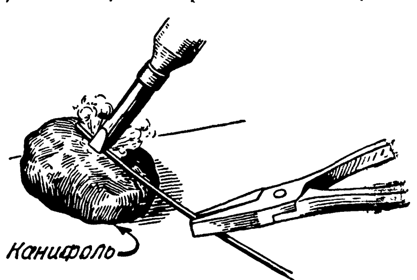


Фиг. 74. Форма рабочей части паяльника.

Пайка

Места проводников или деталей, предназначенные для спайки, зачищают до блеска и залуживают. Пайка без залуживания отнимает больше времени и менее надежна.

Залуживание делают следующим способом. Зачищенный проводник кладут на кусок канифоли и подогревают горячим паяльником (фиг. 75). Канифоль при этом быстро плавится и покрывает поверхность проводника. После этого на паяльник надо быстро набрать припой и вновь прогреть поверхность, покрытую канифолью. Когда проводник хорошо прогреется, по нему начнет растекаться припой, имеющийся на паяльнике. Вращая залуживаемую деталь и медленно водя по ней паяльником (не отрывая от детали), достигают равномерного покрытия поверхности детали тонким слоем припоя.



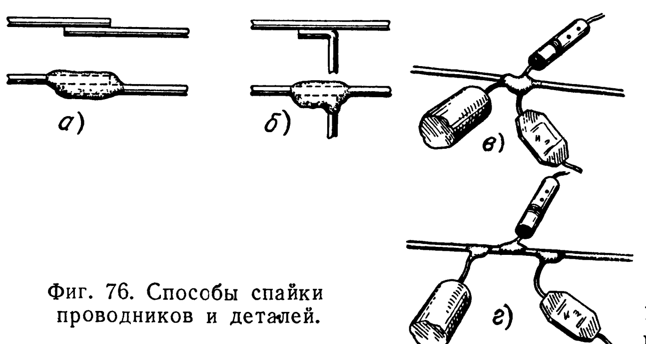
Фиг. 75. Залуживание проводника.

Если при пайке используют жидкий канифольный флюс, залуживаемую деталь смачивают этим флюсом при помощи кисточки и одновременно прогревают паяльником, на котором есть капелька припоя.

Залуженные поверхности проводников или деталей плотно прижимают друг к другу и к месту их соприкосновения прикладывают горячий паяльник, на кончике которого имеется капелька припоя. Место спайки нужно прогревать до тех пор, пока припой не начнет растекаться, заполняя собой промежутки между деталями. Плавным движением паяльника припой равномерно распределяют по всему месту спайки, а излишек припоя снимают паяльником. Очень важно, чтобы спаиваемые детали не сдвигались с места в течение нескольких секунд после того, как паяльник будет удален от места спайки. Хорошей спайкой можно считать такую, когда припой лежит не комком, а обливает собой место спайки со всех сторон.

Если невозможно залудить детали раздельно, то спаиваемые поверхности плотно соединяют, смазывают жидким канифольным флюсом и прогревают паяльником, на котором

имеется припой. Прогревать детали следует до тех пор, пока припой не начнет растекаться. Только после этого можно водить паяльником и ровно распределять припой по поверхности спаиваемых деталей. По удалении паяльника припой быстро затвердевает и крепко скрепляет детали между собой. На этом спайка заканчивается.

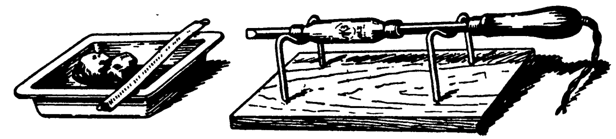


Фиг. 76. Способы спайки проводников и деталей.

Радиолюбители, не имеющие достаточного опыта, часто, не прогрев хорошо паяльника, «замазывают» место спайки припоем и удивляются, почему не получается прочного соединения, хотя припоя израсходовано много. Искусство хорошей пайки заключается в том, чтобы сделать пайку при малом расходе припоя. А это достигается хорошо прогретым и залуженным паяльником. Только при этих условиях пайка получается прочной, аккуратной и красивой. На монтаж, выполненный таким образом, приятно смотреть самому и показать его товарищам.

Радиолюбители много экспериментируют со своими конструкциями: одну деталь заменяют другой, разбирают и вновь собирают приемник. Это надо учитывать при монтаже приемника.

Когда спаивают прямолинейные проводники, их концы не нужно скручивать, а складывать вместе так, чтобы они перекрывали друг друга на длину 8—10 *мм* (фиг. 76,*а*). Когда же проводники спаиваются под прямым углом (фиг. 76,*б*), конец одного проводника сгибают и прижимают к другому проводнику. Во всех случаях нужно стремиться к тому, чтобы спаиваемые поверхности соприкасались возможно большей площадью.



Фиг. 77. Приспособления для пайки.

Не рекомендуется делать спайку нескольких проводников или деталей в одной точке, как это показано на фиг. 76,*в*. В этом случае при необходимости удаления одного из проводников или деталей неизбежно рассыплется весь узел спайки. На фиг. 76,*г* показано правильно сделанное соединение нескольких проводников. Здесь любой из них можно отпаять, не затрагивая другого.

Рекомендуем для паяльника сделать подставку, а припой и канифоль держать в металлической баночке (фиг. 77). Эти простые приспособления создают необходимые удобства в работе, а паяльник, припой и канифоль будут при этом содержаться в чистоте.

Советуем прочитать:

З. Б. Гинзбург и Ф. И. Тарасов, Практические работы радиолюбителя (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1949.

Ф. И. Тарасов, Практика радиомонтажа (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1949.

Беседа десятая

КОНДЕНСАТОРЫ

Электрическим конденсатором называют прибор, предназначенный для накопления электрических зарядов. Слово «конденсатор» означает — собиратель, накопитель. Конденсатор является одной из важнейших деталей любого радиоаппарата. С устройством конденсаторов некоторых типов наши читатели уже знакомы по детекторным радиоприемникам. Теперь мы расскажем о свойствах конденсаторов, а также о том, какие еще конденсаторы бывают, как сделать самим конденсаторы.

Как устроен конденсатор

Конденсатор состоит из двух пластин или двух групп пластин, называемых обкладками. Они изготовлены из хорошего проводника электрического тока — листовой меди, латуни,

алюминия, из оловянной или алюминиевой фольги. Между обкладками конденсатора имеется непроводник электрического тока, который называют диэлектриком. В качестве диэлектрика используют воздух, слюду, пропитанную парафином, вазелином или церезином бумагу, фарфор (керамику).

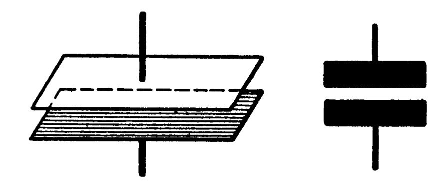
В зависимости от того, какой диэлектрик используется, конденсаторы называют: с воздушным диэлектриком, слюдяными, бумажными, керамическими. Перечисленные конденсаторы являются наиболее распространенными. Конденсаторы со слюдяным, бумажным и керамическим диэлектриками называют конденсаторами с твердым диэлектриком. Имеются еще так называемые электролитические конденсаторы. Они применяются только в ламповых приемниках.

Заряд и разряд конденсатора

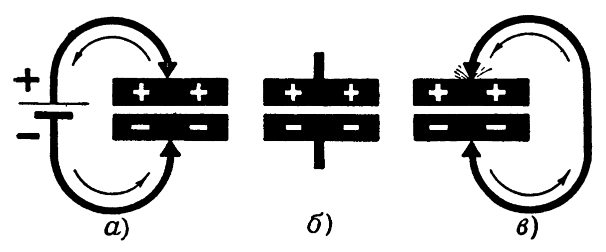
На фиг. 78 показан простейший конденсатор, состоящий из двух пластин. Диэлектриком в нем является воздух. Если присоединить к его обкладкам источник постоянного тока, как это показано на фиг. 79,*а*, то в образовавшейся цепи возникнет кратковременное движение электронов, направление которого указано тонкими стрелками. Конденсатор зарядится до напряжения, равного напряжению источника тока.

Почему же в цепи возникает ток, если в ней имеется воздушный промежуток — участок, не проводящий электрический ток?

Пока к обкладкам конденсатора не был присоединен источник тока, в каждой из них, а также между обкладками было равномерное распределение электронов. Когда же мы присоединили к обкладкам конденсатора источник тока, состояние свободных электронов конденсатора изменилось. Часть электронов с верхней обкладки конденсатора переместилась на положительный полюс источника тока, который притянул их. В то же время часть электронов с отрицательного полюса источника тока переместилась на нижнюю обкладку конденсатора. В результате верхняя обкладка конденсатора зарядилась положительно (на ней недостаток электронов), а нижняя — отрицательно (на ней избыток электронов). Это произошло мгновенно. Ток, который существует во время заряда конденсатора, называют током заряда конденсатора.



Фиг. 78. Простейший конденсатор и его схематическое обозначение.



Фиг. 79. Направления движения электронов при заряде и разряде конденсатора.

Конденсатор за время, когда он был подключен к источнику тока, накопил на своих обкладках электрические заряды, он зарядился. Свойство конденсатора накапливать электричество называется электрической емкостью. Чем больший заряд может накопить конденсатор, тем больше будет его емкость.

Отключим теперь источник тока от конденсатора. Его обкладки останутся заряженными (фиг. 79,*б*). Электроны с нижней обкладки будут стремиться перейти на верхнюю, но их не пустит диэлектрик. Между обкладками заряженного конденсатора тока не будет, но будет электрическое поле — электрические силы, сосредоточенные между его пластинами в диэлектрике.

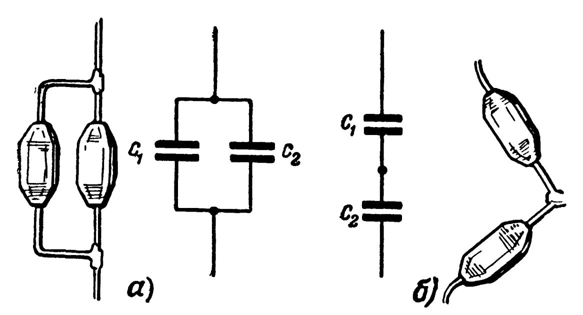
Если обкладки заряженного конденсатора соединить между собой каким-либо проводником, то «излишние» электроны нижней обкладки мгновенно перейдут по этому проводнику на верхнюю обкладку, и конденсатор разрядится. В этот момент в цепи также возникает кратковременный ток (фиг. 79,*в*), который называют током разряда конденсатора. Момент разряда конденсатора, обладающего достаточно большой емкостью, часто сопровождается искрой и треском.

Все конденсаторы разделяют на две группы: конденсаторы постоянной емкости и конденсаторы переменной емкости. Емкость конденсаторов первой группы изменять нельзя. Эти конденсаторы обычно имеют твердый диэлектрик.

Конденсаторы переменной емкости отличаются от первых тем, что их емкость может плавно изменяться от какой-то наименьшей до некоторой наибольшей величины. Чаще всего они бывают с воздушным диэлектриком.

Электрическая емкость

Электрическая емкость конденсатора зависит прежде всего от площади его обкладок и от расстояния между ними. Чем больше пло-



Фиг. 80. Соединение конденсаторов.
а — параллельное; *б* — последовательное.

щадь обкладок и чем ближе находятся они друг к другу, тем бо́льшие заряды может накопить конденсатор, т. е. тем больше его емкость.

Емкость конденсатора, состоящего из двух пластин площадью в 1 *дм*² при расстоянии между ними в 1 *см* будет больше емкости конденсатора, имеющего пластины площадью по 0,5 *дм*² при том же расстоянии в 1 *см*. В то же время емкость этого конденсатора будет больше емкости конденсатора, имеющего такие же пластины, но при расстоянии между ними в 5 *см*. Таким образом, если увеличить площадь обкладок или уменьшить расстояние между ними, емкость конденсатора увеличится. Уменьшая площадь обкладок или увеличивая расстояние между обкладками конденсатора, мы уменьшаем его емкость.

Емкость конденсатора зависит еще и от применяемого диэлектрика. При одних и тех же размерах обкладок и при одном и том же расстоянии между ними конденсатор с воздушным диэлектриком будет обладать в несколько раз меньшей емкостью по сравнению с емкостью конденсатора с твердым диэлектриком. Свойство твердых диэлектриков (слюда, фарфор, бумага) увеличивать емкость позволяет делать конденсаторы меньших размеров по сравнению с конденсаторами, в которых в качестве диэлектрика используют воздух.

Для измерения электрической емкости служит единица, называемая ф а р а д о й (по имени ученого физика Фарадея). Сокращенно ее обозначают буквой *ф*.

Емкость в 1 *ф*—это очень большая емкость. Конденсатор, обладающий емкостью в 1 *ф*, сделать невозможно. Конденсатор такой емкости имел бы гигантские размеры. Земной шар, например, обладает емкостью меньше одной фарады. В электро- и радиотехнике пользуются единицей емкости, равной миллионной доле фарады, которую называют м и к р о ф а р а д о й и обозначают сокращенно *мкф*. В одной фараде 1 000 000 *мкф*, т. е. 1 *мкф* = 0,000001 *ф*. Однако и эта единица емкости часто оказывается слишком большой. Поэтому существует еще более мелкая единица электрической емкости, именуемая п и к о ф а р а д о й (сокращенно пишут *пф*), представляющая собой миллионную долю *мкф*. 1 *мкф* содержит 1 000 000 *пф*, т. е. 1 *пф* = 0,000001 *мкф*. Пикофараду часто называют м и к р о м и к р о ф а р а д о й (сокращенное обозначение *мкмкф*).

Емкость конденсатора обычно пишется (печатается) на нем или обозначается условными знаками.

Соединение конденсаторов

Конденсаторы можно соединять между собой п а р а л л е л ь н о и п о с л е д о в а т е л ь н о. К соединению конденсаторов прибегают в тех случаях, когда под руками нет конденсатора нужной емкости, но имеются другие, из которых можно составить требуемую емкость.

Если соединить конденсаторы параллельно (фиг. 80,*а*), то их общая емкость равна сумме емкостей всех соединений конденсаторов, т. е.

$$C_{общ} = C_1 + C_2.$$

Если, например, $C_1 = 30$ *пф* и $C_2 = 50$ *пф*, то общая емкость будет

$$C_{общ} = 30\ пф + 50\ пф = 80\ пф.$$

При последовательном же соединении конденсаторов (фиг. 80,*б*) их общая емкость будет всегда меньше наименьшей емкости, включенной в цепочку, и подсчитывается по формуле

$$C_{общ} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}.$$

Допустим, что $C_1 = 200$ *пф*, а $C_2 = 300$ *пф*, тогда

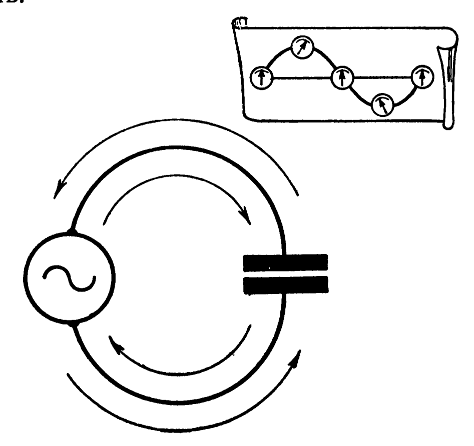
$$C_{общ} = \frac{200\ пф \cdot 300\ пф}{200\ пф + 300\ пф} = 120\ пф.$$

Когда соединяют последовательно два конденсатора одинаковой емкости, то общая их емкость равна половине емкости одного конденсатора.

Свойства конденсаторов

Посмотрим теперь, что будет происходить в цепи, составленной из источника переменного тока и конденсатора (фиг. 81). Нам известно, что электрические заряды на зажимах источника переменного тока периодически меняются; если в какой-то момент времени один зажим заряжен положительно, а другой зажим — отрицательно, то через некоторую долю секунды первый зажим станет отрицательным, а второй — положительным и т. д. А поскольку к источнику переменного тока присоединен

конденсатор, значит, его обкладки будут попеременно перезаряжаться с частотой этого тока. В проводниках цепи будет протекать переменный ток. Это нам показал бы электрический прибор, если бы мы включили его в цепь.



Фиг. 81. Конденсатор в цепи переменного тока.

В действительности через диэлектрик конденсатора ток не идет, в нем изменяется только электрическое поле, но поскольку в проводниках цепи течет переменный ток, принято считать, что и конденсатор проводит переменный ток. Проводимость конденсатора будет тем лучше, чем больше его емкость и чем выше частота тока. Постоянный ток конденсатор не пропускает.

Используя эти свойства конденсаторов, можно без труда «командовать токами» в радиоприемнике — ограничивать их, изменять направление, пропускать одни токи и задерживать другие. Когда, например, применяют провода электросети вместо антенны, из них в приемник надо пропускать переменный ток частотой в сотни тысяч герц и не пропускать ток частотой в 50 *гц*. Включив между сетью и зажимом антенны приемника конденсатор емкостью в несколько сотен пикофарад, мы этим создаем хороший путь к приемнику токам высокой частоты и почти полностью преграждаем путь для тока низкой частоты.

Свойством пропускать переменный и не пропускать постоянный ток обладают конденсаторы только при условии, если в них применены диэлектрики с хорошей изоляцией. Конденсатор с плохой изоляцией диэлектрика (например, влажная бумага) начинает немного пропускать и постоянный ток. Такой конденсатор плохо будет держать заряд, он, как говорят, будет иметь «утечку».

Хорошей изоляцией обычно обладают конденсаторы с воздушным диэлектриком, слюдяные, керамические. Несколько худшую изоляцию имеют бумажные конденсаторы. Значительную утечку имеют конденсаторы электролитические.

В тех случаях, когда на обкладках конденсатора создается напряжение, превышающее то напряжение, на которое рассчитан его диэлектрик, последний не выдерживает «напора» электронов и они пробивают его. Происходит мгновенный разряд конденсатора в виде искры через диэлектрик, подобно разряду молнии через воздух. Напряжение, при котором диэлектрик пробивается, называют **пробивным напряжением** конденсатора. Оно зависит от применяемого диэлектрика и его толщины.

Для каждого конденсатора имеется предел допустимого рабочего напряжения, т. е. напряжения, до которого конденсатор работает нормально, и пробивное напряжение, которое нельзя допускать. Эти напряжения обычно указываются на конденсаторах. На заводах, изготовляющих конденсаторы, испытание конденсаторов производят на напряжение, несколько превышающее рабочее; оно называется **испытательным**.

Пробитый конденсатор с твердым диэлектриком становится короткозамкнутым, теряет все свои свойства и, конечно, непригоден для работы в радиоприемнике.

Конденсаторы постоянной емкости

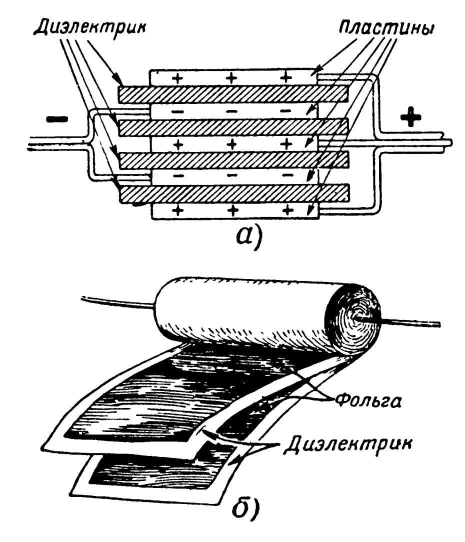
Их часто называют сокращенно постоянными конденсаторами.

Емкость конденсатора, состоящего из двух небольших пластинок, очень мала. Когда нужно иметь конденсатор небольшого размера и по возможности с большой емкостью, их делают не из двух, а из многих пластинок (фиг. 82,*а*). Пластины изготовляют из тонкой алюминиевой фольги. Между ними прокладывают слюду, пропарафинированную бумагу или другой твердый диэлектрик. При такой конструкции конденсатора каждая пара его соседних металлических пластин представляет собой двухпластинчатый конденсатор. Так как все эти пары соединены между собой параллельно, общая емкость их складывается. Чем больше будет таких пар и чем больше их площадь, тем больше емкость конденсатора. Такие конденсаторы обычно запрессовывают в пластмассу (фиг. 83,*а*).

Емкость конденсаторов такой конструкции бывает от нескольких десятков до нескольких тысяч пикофарад.

На фиг. 82,*б* показано устройство конденсатора другой конструкции. Этот конденсатор состоит из двух длинных лент из металлической

фольги, между которыми проложена тонкая лента из пропарафинированной бумаги. Они свернуты в рулон и помещены в картонный, фарфоровый или металлический футляр (фиг. 83,*б*). От каждой металлической ленты—обкладки конденсатора — сделано по выводу. Таким способом делают конденсаторы емкостью от долей микрофарады (0,04—0,1 *мкф*) до нескольких микрофарад.

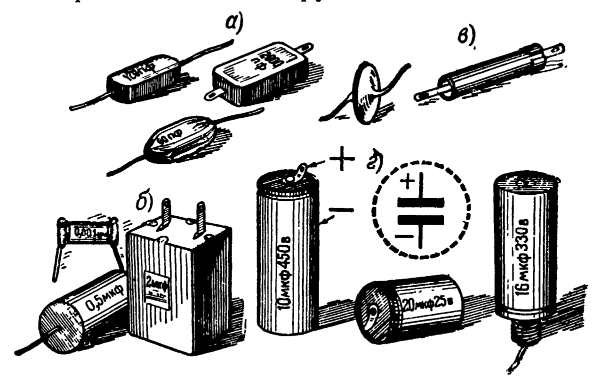


Фиг. 82. Устройство конденсаторов постоянной емкости.
а — многопластинчатого; *б* — из двух лент фольги.

Керамический конденсатор представляет небольшой диск или трубочку из фарфора (фиг. 83,*в*) или другой керамической массы, на поверхностях которых нанесены металлические слои. Последние и являются обкладками конденсатора. Емкость керамических конденсаторов обычно невелика — от нескольких пикофарад до 500 *пф*. Они обладают очень хорошими электрическими качествами и удобны для монтажа.

Электролитические конденсаторы (фиг. 83,*г*) несколько напоминают по внутреннему устройству конденсатор, показанный на фиг. 82,*б*. В нем также имеются две ленты из алюминиевой фольги. Поверхность одной из них покрыта тонким слоем окиси. Между алюминиевыми лентами проложена лента из фильтровальной (промокательной) бумаги, пропитанной специальной жидкостью—электролитом. Эта трехслойная полоса скатывается в рулон и помещается в алюминиевый (иногда картонный) сосуд.

Диэлектриком электролитического конденсатора является тонкий слой окиси на поверхности одной из алюминиевых лент. Одной обкладкой является эта лента, а второй — пропитанная электролитом бумага. Вторая, не покрытая окисью алюминиевая лента, служит только для осуществления электрического контакта с пропитанной электролитом бумагой. Покрытая окисью алюминиевая лента соединяется с изолированным выводом электролитического конденсатора. К нему обязательно должен присоединяться положительный полюс электрической цепи. Другая, не имеющая слоя



Фиг. 83. Конденсаторы постоянной емкости.
а — слюдяные; *б* — бумажные; *в* — керамические; *г* — электролитические.

окиси лента соединяется с металлическим корпусом конденсатора, к которому подводится отрицательный полюс электрической цепи. Нужно помнить, что если включить плюс на корпус конденсатора, а минус на его изолированный вывод, конденсатор будет пробит, т. е. придет в негодность.

Встречаются также электролитические конденсаторы в картонном корпусе с двумя проволочными выводами. У этих конденсаторов один вывод помечен знаком+, а другой знаком —. Включая такой конденсатор в цепь, нужно строго руководствоваться этими знаками, иначе конденсатор придет в негодность.

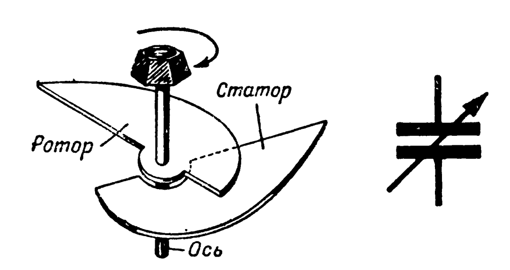
Электролитический конденсатор в отличие от других конденсаторов обводят на схемах пунктирной линией и знаками + и — обозначают полярность обкладок (фиг. 83,*г*).

Конденсаторы переменной емкости

Устройство простейшего конденсатора переменной емкости, состоящего из двух обкладок, показано на фиг. 84. Одна его обкладка — неподвижная — называется статором; другая, скрепленная с осью, — ротором. Вращая ось и изменяя таким образом площадь перекрытия обкладок, можно изменять емкость конденсатора.

Конденсаторы переменной емкости, применяемые в радиовещательных приемниках, чаще

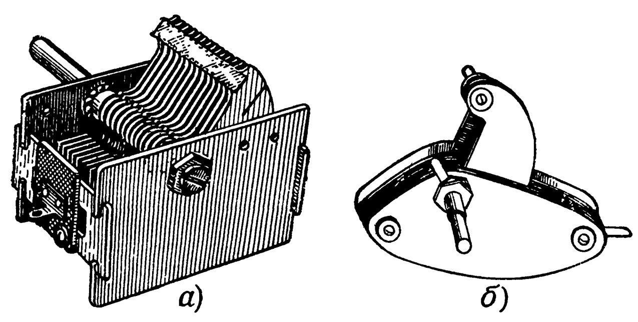
всего состоят не из двух пластин, а из двух групп пластин (фиг. 85), сделанных из алюминия или латуни. Все пластины ротора насажены на ось и через нее соединены между собой. Статорные пластины также имеют между собой хорошее соединение. Вращая ось конденсатора, мы вводим между пластинами статора пластины роторной группы и тем самым изменяем его емкость. Когда подвижные пластины выведены полностью, емкость конденсатора будет наименьшая. Наименьшую емкость конденсатора называют **начальной** емкостью. Когда же подвижные пластины введены полностью, емкость конденсатора будет наибольшей, — это **конечная**, или **наибольшая** (максимальная) емкость данного конденсатора. Вполне понятно, что группы роторных и статорных пластин не соединяются между собой и хорошо изолированы друг от друга.



Фиг. 84. Простейший конденсатор переменной емкости.

Наибольшая емкость конденсатора переменной емкости зависит от числа пластин и расстояния между ними. Она будет тем больше, чем больше пластин в каждой группе и чем меньше расстояние между соседними подвижными и неподвижными пластинами.

В радиоприемниках иногда применяют и конденсаторы переменной емкости с твердым диэлектриком. Один из таких конденсаторов показан на фиг. 85,*б*. В нем также имеются две группы пластин, отделенных друг от друга пластинками из тонкой слюды, целлулоида или целлофана, или листочками из пропарафинированной бумаги. Применение твердого диэлектрика дает возможность получить конденсатор небольшого размера при значительной емкости.



Фиг. 85. Конденсаторы переменной емкости.
а — с воздушным диэлектриком; *б* — с твердым диэлектриком.

Нужно отметить, что конденсатор с твердым диэлектриком работает хуже, чем конденсатор с воздушным диэлектриком (особенно на коротких волнах).

Подвижные пластины конденсатора, как правило, соединяют в приемнике с заземленными проводниками.

Наиболее распространенными являются конденсаторы переменной емкости, имеющие начальную емкость в 15—25 *пф* и наибольшую— 450—500 *пф*.

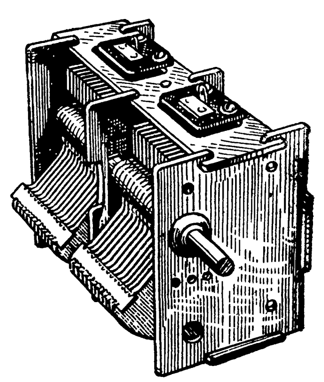
На схемах или в описаниях указывают либо наибольшую емкость конденсатора переменной емкости, либо одновременно его начальную и наибольшую емкость. Например, если рядом с конденсатором написано 17—450 *пф*, это означает, что его начальная емкость равна 17 *пф*, а наибольшая 450 *пф*.

На фиг. 86 показана одна из конструкций сдвоенного конденсатора переменной емкости, так называемый **блок конденсаторов**. Блок может состоять и из трех-четырех конденсаторов. При вращении его оси одновременно изменяется емкость обоих его конденсаторов. Такие блоки используют в сложных ламповых радиоприемниках, имеющих несколько настраивающихся колебательных контуров.

Конденсатор переменной емкости требует к себе бережного отношения. Даже незначительное изгибание или иное повреждение его пластин приведет к замыканию между ними. Исправление же пластин конденсатора — дело очень сложное.

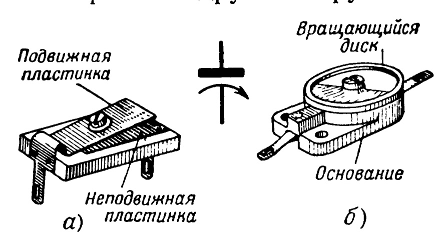
Подстроечные конденсаторы

Подстроечные конденсаторы являются разновидностью конденсаторов переменной емкости. Они обычно имеют всего две обкладки. Емкость таких конденсаторов изменяют при помощи отвертки. Эти конденсаторы называют иногда еще **полупеременными** конденсаторами (или триммерами).



Фиг. 86. Сдвоенный блок конденсаторов переменной емкости.

На фиг. 87 показаны две наиболее распространенные конструкции подстроечных конденсаторов. Первый из них (фиг. 87,*а*) состоит из двух металлических пластинок, укрепленных на небольшой изоляционной панельке. Пластинки изолированы друг от друга слюдяной



Фиг. 87. Подстроечные конденсаторы и их схематическое обозначение.

прокладкой. Через отверстия в пластинах, изолированно от них, пропущен небольшой болтик. Ввертывая болтик в панельку или вывертывая его, можно изменять расстояние между пластинками—обкладками конденсатора, а значит и емкость между ними.

Другой подстроечный конденсатор (фиг. 87,*б*) состоит из керамического основания, тонкого керамического диска и болтика, с помощью которого можно поворачивать диск. На поверхности основания и на диске в виде секторов нанесены металлические слои, являющиеся обкладками конденсатора. От них сделаны выводы.

Когда с помощью отвертки поворачивают болтик, поворачивается и диск с металлическим слоем на нем. Вследствие этого изменяется перекрытие секторов — обкладок конденсатора, изменяется его емкость.

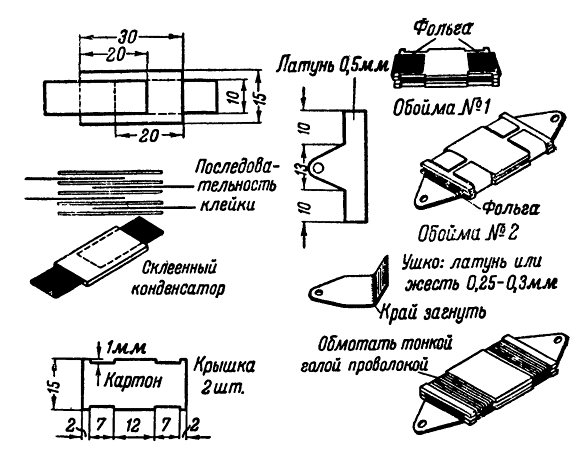
Подстроечные конденсаторы обычно имеют наибольшую емкость 25—100 *пф* и наименьшую — 5—8 *пф*.

Невидимые емкости

Здесь мы имеем в виду конденсаторы, которые как детали в радиоприемник не входят, но они существуют. Помните, мы упоминали об емкости антенны — конденсаторе, образуемом проводом антенны и землей? Емкость такого конденсатора составляет 150—250 *пф*.

Где же еще могут быть эти невидимые емкости?

Они есть везде. Между двумя любыми проводниками есть емкость. Так, например, существует емкость между проводниками, составляющими шнур телефона, поэтому иногда детекторный приемник работает без блокировочного конденсатора. Между монтажными проводниками, между витками катушки, даже



Фиг. 88. Самодельный конденсатор постоянной емкости.

между двумя гнездами или зажимами также имеется емкость.

В ламповых приемниках некоторые невидимые емкости могут быть вредными и даже пагубными. Нам придется сталкиваться с настолько вредными емкостями, что мы будем называть их паразитными. С ними нам придется вести решительную борьбу.

Самодельные конденсаторы постоянной емкости

Материалы, необходимые для изготовления конденсаторов постоянной емкости, всегда найдутся в хозяйстве радиолюбителя. Основным материалом является алюминиевая или оловянная фольга (станиоль). Ее можно взять от негодных конденсаторов, в алюминиевую фольгу обертывают шоколад и некоторые сорта конфет. Следующим материалом, необходимым для изготовления конденсаторов, является гладкая, тонкая бумага, например почтовая.

Можно использовать и пропарафинированную бумагу от поврежденных конденсаторов. Кроме того, нужно иметь парафин или воск, например кусок восковой или парафиновой (елочной) свечки. Стеариновая свеча не годится. Кусочки картона, медной проволоки, обрезки жести или листовой латуни должны найтись у радиолюбителя. Это все, что нужно для того, чтобы самому сделать конденсатор постоянной емкости.

Для изготовления конденсатора нарежем полоски бумаги размером 15 × 30 *мм* и полоски фольги размером 10 × 30 *мм* (фиг. 88). Количество бумажных и фольговых полосок будет зависеть от необходимой нам емкости конденсатора (расчет мы приведем дальше).

Бумажные и фольговые полоски конденсатора мы будем склеивать парафином или

воском. Чтобы он сразу не застывал, нужно работать на прогретой доске (например, лежащей на горячей плите). Доска должна быть совершенно чистой; ее нужно тщательно обтереть, чтобы на ней не осталось пыли.

Парафин или воск нужно растопить в баночке. В парафин погружается и прогревается в нем кисточка. Холодной кистью работать нельзя, парафин будет застывать на ней.

Берем листочек бумаги, кладем его на хорошо прогретую доску и промазываем его жидким парафином. На листочек бумаги накладываем полоску фольги, как показано на фиг. 88 слева вверху. Промазываем фольгу парафином и накладываем новый листок бумаги таким образом, чтобы он лег точно на первый листок бумаги, поверх наклеенной фольги. Промазываем сверху этот листок и накладываем на него вторую полоску фольги так, чтобы ее конец выходил наружу в другую сторону. Промазывая снова парафином, накладываем новый листок бумаги, затем сверх него новую полоску фольги так, как была положена первая полоска. Далее кладется еще листок бумаги и снова полоска фольги, как она была положена во второй раз, и т. д. Так мы поступаем до тех пор, пока не положим требуемое число листков фольги. Последний листок фольги накрываем листком бумаги.

При работе нужно соблюдать аккуратность; не мазать парафином выходящие за пределы бумажных листков полоски фольги, так как они должны иметь между собой хороший контакт.

Получившуюся пачку нужно спрессовать. Для этого положим конденсатор на горячую доску, накроем его свернутой в несколько раз чистой бумагой и поставим на него горячий утюг (утюг нужно нагреть настолько, чтобы он не жог бумагу). Когда конденсатор прогреется и сожмется, утюг снимаем.

В том случае, если у радиолюбителей не окажется парафина, бумагу можно пропитывать медицинским вазелином или церезином (продукт перегонки нефти).

Далее надо сделать из плотного картона две крышки размерами 15×30 *мм* с выемками по краям, как показано на фиг. 88 (внизу слева). Из листовой латуни, меди или жести вырежьте для конденсатора две обоймы (см. среднюю часть фиг. 88). В ушке каждой обоймы желательно просверлить по отверстию для присоединения проводов.

Положив конденсатор между крышками и загнув концы листочков фольги в одну сторону, прилаживаем обойму, закрывая и прижимая под нее фольговые концы. Загибаем концы обоймы, которые должны войти в прорезы картонных крышечек, плотно их охватив. Поставив вторую обойму, сжимаем весь конденсатор в тисках (или другим способом) так, чтобы крепко загнуть лапки обойм.

Второй способ устройства обоймы проще. Ушко делается из кусочка жести, один край которого подгибается. Наложив ушко на фольгу, туго обматывают конденсатор вместе с ушком голой проволокой толщиной 0,3—0,5 *мм*. Отогнутый край ушка загибают на проволоку. Для прочности эту намотку можно пропаять со стороны ушка. Пропайку следует производить небольшим количеством олова, чтобы не сжечь изоляцию конденсатора.

Можно придумать и другие способы скрепления конденсатора и устройства его ушков.

Теперь сообщим расчетные данные конденсаторов. Считая толщину писчей бумаги в 0,1 *мм*, мы получим при двух фольговых полосках указанного выше размера емкость около 20 *пф*. Каждая следующая полоска, подклеенная через бумажный листок, добавляет 20 *пф*. Таким образом, чтобы получить конденсатор емкостью, например, в 180 *пф*, нам нужно $180 : 20 = 9$ раз добавить фольговые полоски к первой полоске, т. е. потребуется всего 10 фольговых полосок и 11 бумажных листочков. Если нам нужен конденсатор емкостью в 1 000 *пф*, потребуется 51 фольговая полоска и 52 бумажных листка.

Если взять листки бумаги размером $45 \times 27,5$ *мм*, а полоску фольги размером 15×45 *мм* при расстоянии края фольги от края бумаги в 15 *мм*, мы получим емкость каждой пары фольговых полосок около 40 *пф*. Для конденсатора емкостью в 1 000 *пф* потребуется 26 таких полосок из фольги.

Самодельные конденсаторы емкостью более 1—1,5 тыс. *пф* получаются слишком громоздкими.

Конденсатор емкостью в несколько пикофарад сделать можно иным способом. Нужно взять кусок проволоки диаметром 1—1,5 *мм* и длиной 25—30 *мм*, обернуть ее слоем бумаги, а поверх него намотать виток к витку любую проволоку диаметром 0,3—0,5 *мм* (фиг. 89).

Фиг. 89. Самодельный конденсатор малой емкости.

Одной обкладкой такого конденсатора будет толстая проволока, другой обкладкой — намотанная сверху более тонкая проволока, а диэлектриком — бумага. При длине верхней намотки в 10 *мм* получается конденсатор емкостью примерно в 8—10 *пф*.

Самодельный конденсатор переменной емкости

В заключение беседы расскажем, как самому сделать конденсатор переменной емкости с твердым диэлектриком. Его можно будет использовать для настройки простых детекторных и одноламповых радиоприемников, для регулирования обратной связи в приемниках прямого усиления.

Самодельный конденсатор, так же как и конденсатор промышленного изготовления, состоит из двух групп пластин: неподвижных — статора и подвижных — ротора. Роторные пластины, поворачиваясь с помощью оси, входят между статорными пластинами, изменяя тем самым емкость конденсатора. Чтобы роторные и статорные пластины не соединились между собой, их разделяют изолирующими прокладками.

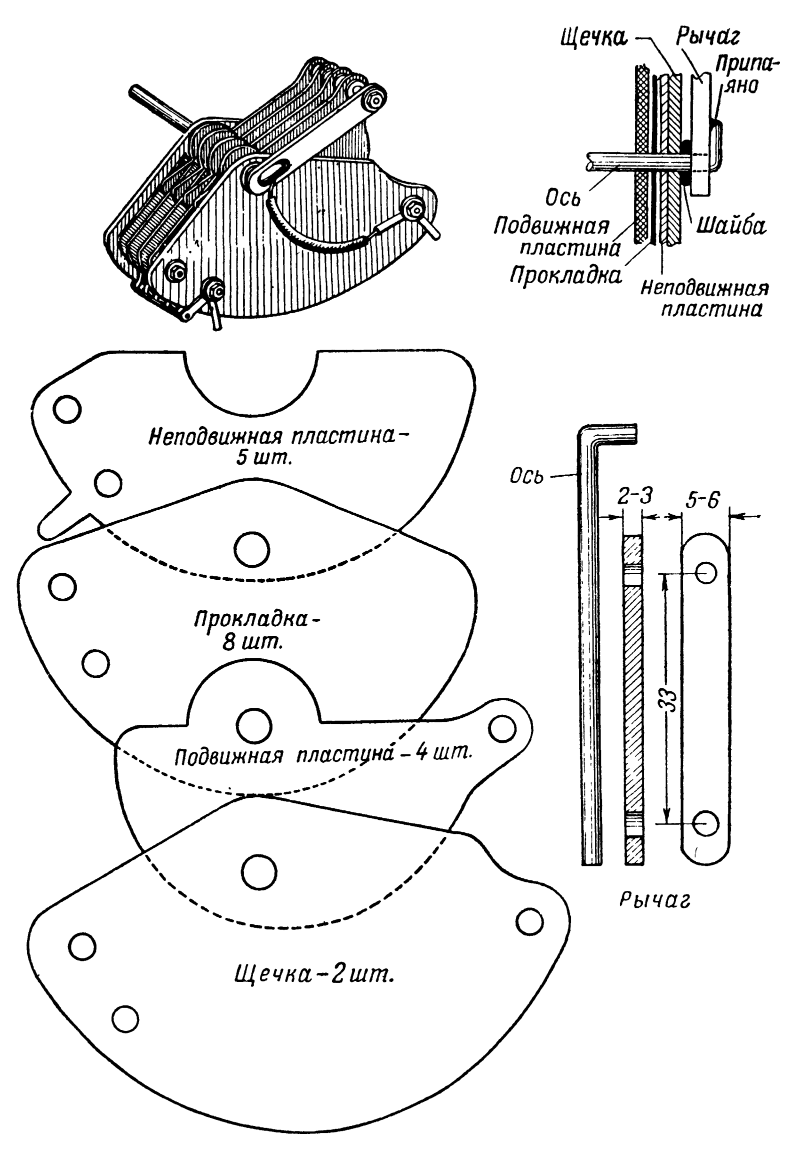
Внешний вид готового конденсатора и его детали показаны на фиг. 90. Его детали начерчены в натуральную величину. Наши читатели могут с помощью копировальной бумаги или чертежной кальки перевести их на картон, вырезать и по получившимся шаблонам изготавливать эти детали.

Подвижные и неподвижные пластины можно вырезать из листового цинка, жести, но лучше из листовой латуни или меди толщиной 0,2—0,3 *мм*. Для прокладок можно использовать листовой целлулоид или целлофан, или, в крайнем случае, вощеную плотную бумагу. Щечки надо выпилить лобзиком из листового эбонита, гетинакса, органического стекла, фибры толщиной 2—3 *мм*, но можно и из фанеры, проваренной в парафине.

Для сборки конденсатора потребуется еще четыре болтика диаметром по 2—3 *мм* и длиной по 20—25 *мм* с двумя гайками на концах или контактные болтики, 12—15 шайбочек. В качестве оси можно взять стальной (железный) или медный стержень (можно гвоздь) диаметром 3—4 *мм* и длиной 55—60 *мм*. Конец оси, отступя от края на 6—8 *мм*, изгибается под прямым углом. Рычаг надо вырезать из полоски меди или латуни толщиной 2—3 *мм*; его длина 43 *мм*, ширина 5—6 *мм*, расстояние между центрами отверстий 33 *мм*.

Подвижные и неподвижные пластины должны быть совершенно прямыми и не иметь заусенцев по краям. Рекомендуем все неподвижные пластины сложить вместе, зажать в тиски, опилить напильником и затем зачистить мелкой наждачной бумагой. Точно так же обрабатываются подвижные пластины и щечки.

Просверливать отверстия в пластинах и щечках также рекомендуем одновременно, сложив их вместе и зажав в тиски. Крайние отверстия в пластинах в щечках делаются по диаметру имеющихся болтиков, а средние — по



Фиг. 90. Самодельный конденсатор переменной емкости с твердым диэлектриком и детали этого конденсатора.

диаметру приготовленной оси. Болтики и ось должны плотно входить в свои отверстия и не болтаться в них.

Сборку конденсаторов производим в следующем порядке. Сначала в отверстие рычага вставляем ось и припаиваем ее к рычагу. Затем на ось надеваем одну шайбочку (она будет препятствовать трению рычага о щечку) и продеваем ось через отверстие в щечке. В два отверстия, расположенные у левого края щечки, пропускаем болтики, предварительно навернув на них по одной шайбе. Кладем щечку с осью и болтиками на стол так, чтобы ось и болтики были направлены вверх. Теперь на болтики надеваем неподвижную пластину, поверх ее — изолирующую прокладку, а на ось — неподвижную пластину. После этого на болтики надеваем шайбочки (их толщина должна быть не менее толщины пластины), а на шайбочки и поверх подвижной пластины — прокладку, затем неподвижную пластину, снова прокладку и на ось — вторую подвижную пластину. Далее на болтики надеваем шайбочки, накладываем прокладку, затем новую неподвижную пластину, снова прокладку, третью подвижную пластинку, шайбочки и т. д.

Сборку пластин заканчиваем укладкой последней неподвижной пластины и второй щечки.

Между концами подвижных пластин прокладываем шайбочки и концы скрепляем болтиком. Толщина этих шайбочек должна быть больше толщины пластин на удвоенную толщину прокладок. Болтик, скрепляющий подвижные пластины, пропускаем через отверстие в рычаге, предварительно надев на него несколько шайбочек или втулочку. Длина набора шайбочек или втулочки должна быть равна толщине щечки плюс толщина шайбочки, надетой на ось и пластины. Свободные стороны щечек скрепляем болтиком, предварительно надев на него втулку или несколько толстых шайбочек.

На стягивающие болтики под гайки желательно надеть жестяные лепестки. Они будут служить выводами конденсатора.

Хвостики неподвижных пластин спаиваем между собой и с выводным лепестком с помощью кусочка медной проволоки. С другим выводным лепестком через гибкий многожильный проводник соединяем рычаг подвижных пластин.

Когда конденсатор будет полностью собран, окончательно затягиваем все гайки. Вращая ось, подвижные пластины конденсатора должны без заеданий входить между неподвижными пластинами и не соединяться с ними.

Конденсатор из пяти неподвижных и четырех подвижных пластин будет иметь наибольшую емкость около 250 *пф*. Добавление каждой следующей пластины (как подвижной, так и неподвижной) увеличивает емкость конденсатора на 30—35 *пф*. Для конденсатора с наибольшей емкостью в 500 *пф* число пластин надо увеличить примерно вдвое.

При некоторой усидчивости и внимании наши читатели могут сделать хороший конденсатор требуемой емкости.

Советуем прочитать:

В. Н. Логинов, Справочник по радиодеталям (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1949.

З. Б. Гинзбург, Ф. И. Тарасов, Книга начинающего радиолюбителя (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1949.

З. Б. Гинзбург, Сопротивления и конденсаторы в радиосхемах (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1953.

Беседа одиннадцатая

КАТУШКИ ИНДУКТИВНОСТИ

С катушками индуктивности мы уже знакомы. Сейчас мы рассмотрим явления, которые происходят в катушках, и ознакомимся с разновидностями конструкций катушек.

Самоиндукция

Нашему читателю, вероятно, приходилось наблюдать такое явление: когда работает электрический звонок, в его прерывателе появляются искры. В момент включения электрической лампочки в выключателе то же иногда появляется искра. Сильная искра получается в рубильнике, выключающем электрический двигатель. Когда случайно соединятся полюсные выводы батарейки (чего нужно избегать), в момент разъединения их также проскакивает искра.

Почему же возникают эти искры?

Мы знаем, что вокруг проводника с током существует магнитное поле. Оно обладает определенным запасом энергии, о наличии которой можно судить хотя бы по действию поля на магнитную стрелку. При определенных усло-

виях это поле может притягивать не только мелкие кусочки стали, но и поднимать очень тяжелые стальные детали. Такие сильные электромагниты используют на заводах.

Магнитное поле принято изображать, как большое число замкнутых силовых линий, пронизывающих пространство вокруг проводника с током (фиг. 91).

Если разорвать проводник с током, его магнитное поле начинает рассеиваться в пространстве. Встречая на своем пути проводники, оно создает, наводит, или, как говорят, индуктирует в них ток. Возникает ток и в том проводнике, который создал это магнитное поле. Так как этот проводник находится в самой гуще магнитных силовых линий, в нем будет наводиться более сильный ток, чем в любом другом проводнике. Направление наведенного в проводнике тока будет таким же, какое было в момент разрыва проводника. Иначе говоря, исчезающее магнитное поле будет стремиться поддержать ток, который его создал, до тех пор, пока само поле не исчезнет — не израсходуется содержащаяся в нем энергия.

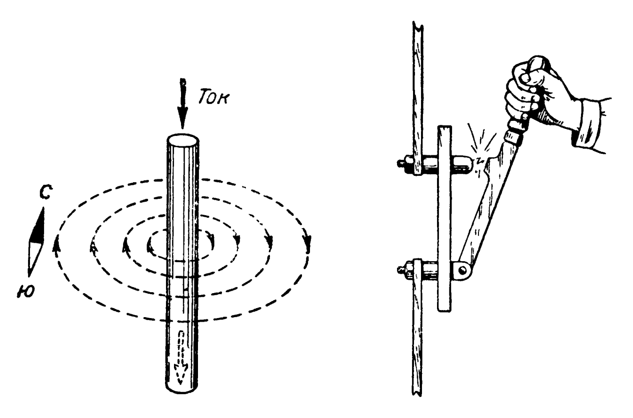
Это интересное электрическое явление называют **самоиндукцией**, а электрическую силу, которая под действием исчезающего магнитного поля гонит электроны в проводнике, т. е. создает в ней ток, называют **электродвижущей силой самоиндукции** (сокращенно: э. д. с. самоиндукции). Ток, который при этом создается в проводнике, называют током самоиндукции.

Самоиндукция и э. д. с. самоиндукции — два понятия, связанных между собой очень тесно, но смешивать их нельзя: самоиндукция — это электрическое явление, а э. д. с. самоиндукции — это та сила, которая создает, или, как говорят, индуктирует ток в проводнике после того, как выключен основной ток, образовавший магнитное поле.

Если по проводнику шел даже незначительный ток, то при разрыве этого проводника в нем может возникнуть настолько большая э. д. с. самоиндукции, что она способна создать ток даже через воздушный промежуток. При этом в месте разрыва проводника с током и получается искра.

На электростанциях, заводах, где приходится разрывать рубильником электрические цепи, по которым течет очень большой ток, искра может быть большой (фиг. 92). Там приходится принимать необходимые защитные меры, чтобы эта искра не причинила вреда человеку, выключающему ток.

Явление самоиндукции наблюдается и при включении электрического тока. Сразу после включения тока вокруг проводника сначала возникает слабое магнитное поле, но затем оно начинает быстро усиливаться. Усиливающееся поле тоже возбуждает в проводнике ток самоиндукции, но направление этого тока противоположно основному току, создающему магнитное поле. Другими словами, ток самоиндукции при включении электрической цепи направлен



Фиг. 91. Магнитное поле вокруг проводника с током изображают в виде замкнутых силовых линий.

Фиг. 92. В месте разрыва электрической цепи появляется искра.

навстречу основному току, ослабляет его, мешает мгновенному увеличению и росту магнитного поля. Если в цепь включается постоянный ток, то через короткий промежуток времени этот основной ток в проводнике приобретает неизменную силу, магнитное поле также делается неизменным и ток самоиндукции исчезает.

Таким образом, явление самоиндукции препятствует как нарастанию, так и убыванию тока в проводнике.

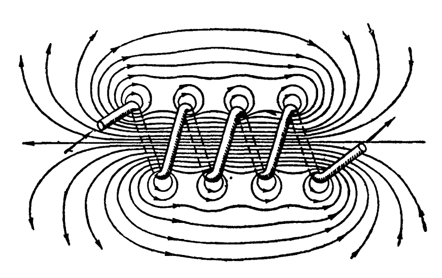
Явление самоиндукции можно сравнить с хорошо известным нам явлением инерции. Когда мы катаемся на санках, то обычно их бывает трудно сдвинуть с места. Но когда они наберут скорость, то будут обладать запасом энергии движения. Теперь они уже не смогут остановиться мгновенно и будут по инерции двигаться еще некоторое время до тех пор, пока весь их запас энергии не израсходуется на трение о снег.

Катушка индуктивности

Явление самоиндукции в проводнике, свернутом в катушку, сказывается сильнее, чем в прямолинейном проводнике, так как каждый виток катушки наводит ток не только в себе самом, но и во всех других соседних витках этой катушки. Чем больше будет витков в катушке и чем больше будет ее диаметр, тем

сильнее будет сказываться явления самоиндукции, тем дольше будет существовать в ее витках ток после прекращения действия внешнего напряжения. И, наоборот, потребуется тем больше времени после включения постоянного тока для того, чтобы ток в цепи возрос до нормальной величины, чтобы установилось постоянное магнитное поле.

Увеличение самоиндукции проводника, свернутого в катушку, можно объяснить еще следующим образом: вокруг каждого отдельно взятого витка катушки создаются магнитные силовые линии. Они направлены в одну сторону. Следовательно, общее число направленных в одну сторону магнитных силовых линий будет больше (фиг. 93). В результате магнитное поле катушки окажется более сильным, чем возле одиночного прямолинейного проводника. Значит, и явление самоиндукции в катушке будет сказываться с большей силой, чем в прямолинейном проводнике.



Фиг. 93. Магнитное поле вокруг проводника с током, свернутого в катушку.

Всякая катушка определяется и н д у к т и в н о с т ь ю — величиной, характеризующей ее влияние на изменения (включение, выключение) тока в цепи, в которой катушка находится. Чем больше витков содержит катушка и чем больше ее диаметр, тем значительнее ее влияние на ток, тем больше ее индуктивность.

В дальнейшем катушки радиоприемников мы будем называть катушками индуктивности.

В цепи постоянного тока самоиндукция проявляется только в моменты включения и выключения тока. Но если катушка включена в цепь переменного тока, то присутствие катушки будет сказываться все время. Наличие катушки в цепи переменного тока приводит к тому, что она ограничивает величину переменного тока в этой цепи.

Следовательно, катушка индуктивности для переменного тока представляет собой сопротивление; его называют и н д у к т и в н ы м с о п р о т и в л е н и е м. Оно будет тем больше, чем больше витков в катушке и чем быстрее происходят изменения тока, т. е. чем выше частота тока, протекающего через катушку.

В наших первых конструкциях детекторных приемников катушки индуктивности были использованы для настройки на радиостанции. Такие катушки называют к а т у ш к а м и к о л е б а т е л ь н ы х к о н т у р о в.

В зависимости от того, в каких диапазонах радиоволн должны работать катушки, они содержат от нескольких витков до нескольких сотен витков. Чем короче волны, на которые настраиваем приемник, тем меньше витков содержит катушка колебательного контура.

Существует много способов намотки катушек колебательных контуров. С некоторыми из них мы уже знакомы. Так, например, для первых опытов нами была использована цилиндрическая катушка с однослойной намоткой. Катушки упрощенного вариометра (см. фиг. 66) являются многослойными цилиндрическими, намотанными «внавал». С некоторыми другими способами намотки катушек мы познакомим наших читателей в этой беседе.

Катушки индуктивности часто используют в радиоприемниках для того, чтобы преградить току высокой частоты путь в ту или иную цепь. Чтобы катушка успешно выполняла эту задачу, она должна обладать очень большим сопротивлением для токов высокой частоты. Такую катушку индуктивности называют д р о с с е л е м в ы с о к о й ч а с т о т ы.

Имея большое сопротивление переменному току высокой частоты, дроссель в то же время оказывает малое сопротивление постоянному току. Этим свойством дросселя пользуются в ламповых радиоприемниках, когда требуется пропустить по какой-либо цепи постоянный ток и в то же время закрыть по этой цепи путь токам высокой частоты.

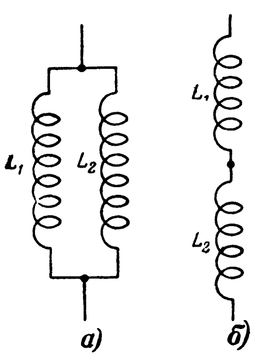
Дроссели высокой частоты изображают на схемах, так же как и катушки колебательных контуров, но обозначают буквами *Др*.

Мы говорили, что катушка индуктивности оказывает сопротивление переменному току тем больше, чем больше в ней витков и чем выше частота тока. Следовательно, чтобы катушка оказывала большое сопротивление переменным токам низкой частоты, число ее витков должно быть очень большое. Увеличить индуктивность катушки, а вместе с тем и ее сопротивление переменному току низкой частоты можно, снабжая ее сердечником из стали. Такой сердечник сгущает магнитные силовые линии вокруг витков катушки, не давая им рассеиваться в окружающей среде, увеличивая тем самым проявление самоиндукции.

Катушки со стальными сердечниками называют д р о с с е л я м и н и з к о й ч а с т о т ы. Они содержат в себе по нескольку тысяч витков, и, обладая большой индуктивностью, ока-

зывают большое сопротивление токам низкой частоты.

Катушки индуктивности можно соединять между собой параллельно или последовательно. При их параллельном соединении (фиг. 94,*а*) явление самоиндукции ослабляется, а при последовательном (фиг. 94,*б*) усиливается. Если сблизить две намотанные в одну сторону и последовательно соединенные катушки, то явление самоиндукции будет сказываться сильнее, чем в случае, когда катушки намотаны в разные стороны. Секционированную катушку, использованную нами в детекторном приемнике, можно рассматривать как последовательное соединение нескольких катушек.



Фиг. 94. Соединение катушек индуктивности.
а — параллельное; *б* — последовательное.

Провода для катушек

Для катушек индуктивности используют медные провода, покрытые изоляцией. В качестве изоляции применяют хлопчатобумажные и шелковые нитки, а также эмаль. Материал изоляции провода обозначают сокращенно буквами:

ПЭ — провод в эмалевой изоляции;

ПЭЛ — то же, но лакостойкий (повышенного качества);

ПБО — провод в хлопчатобумажной одинарной оплетке;

ПБД — то же в двойной оплетке;

ПШО — провод в шелковой одинарной оплетке;

ПШД — то же в двойной оплетке;

ПЭШО — провод в эмалевой изоляции и в шелковой одинарной оплетке.

После букв, характеризующих вид изоляции провода, указывают его диаметр (толщину) в миллиметрах без учета толщины слоя изоляции, например: ПЭЛ 0,15 *мм*, ПШО 0,5 *мм*, ПЭШО 1,2 *мм* и т. д.

В зависимости от того, в какой цепи конструкции будет использоваться катушка индуктивности, для ее намотки применяются провода различных диаметров и в разной изоляции.

Катушки детекторных и ламповых радиоприемников, предназначенных для приема радиовещательных станций средневолнового и длинноволнового диапазонов, наматывают проводом диаметром от 0,15 до 0,5 *мм* в любой изоляции (чаще всего ПЭЛ).

Для намотки коротковолновых катушек используют провода диаметром до 0,8—1 *мм.*

Как правило, в описаниях различных катушек индуктивности и дросселей указывают диаметр используемого провода и вид его изоляции. В некоторых случаях для катушки может быть использован и голый (не имеющий изоляции) провод. В этом случае витки не должны касаться друг друга.

Когда для изготовления катушек или дросселей нет провода точно такого диаметра, как рекомендуется в описании, но есть другой, близкий по диаметру к рекомендуемой, можно и его использовать. Так, например, вместо провода диаметром 0,15 *мм* можно использовать провод диаметром 0,12 *мм* или 0,2 *мм.*

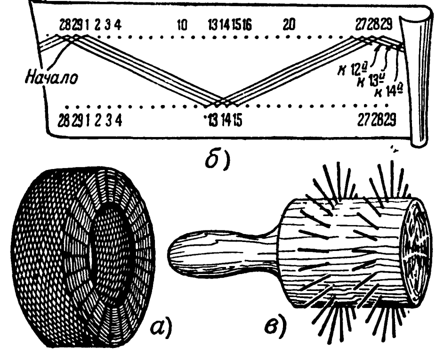
Если имеется провод с неизвестным диаметром, то его диаметр можно приближенно определить, намотав провод виток к витку на карандаш (см. фиг. 33) и разделив длину намотки на число витков. Точность будет тем больше, чем больше мы намотаем витков.

Катушки индуктивности, особенно заводских конструкций, наматываются часто из так называемого л и т ц е н д р а т а (ЛЭШО или ЛЭШД). Он состоит из отдельных тонких (диаметром 0,08—0,1 *мм*) проволочек с эмалевой изоляцией, которые все вместе имеют одинарную или двойную шелковую оплетку.

Сотовая катушка

Сотовой катушкой называют катушку со сложным пересечением витков, образующих рисунок, несколько напоминающий пчелиные соты (фиг. 95,*а*).

В любительских условиях сотовые катушки наматывают на болванке с ручкой любой формы (фиг. 95,*в*). По окружности болванки, на равном расстоянии друг от друга набивают два ряда тонких гвоздей, булавок или спиц. Расстояние между рядами определяет ширину



Фиг. 95. Сотовая катушка и болванка для ее намотки.

катушки; обычно оно равно 10—15 *мм*. Число гвоздей в каждом ряду может быть произвольное, но непременно нечетное и одинаковое для обоих рядов. Обычно это число бывает в пределах от 15 до 29. Число витков в одном слое сотовой катушки равно удвоенному шагу намотки, т. е. удвоенному числу гвоздей, приходящихся на один изгиб витка. Так, например, при 15 гвоздях в одном ряду изгибы намотки можно делать через 7 гвоздей, в этом случае шаг намотки будет 7 гвоздей. Тогда в одном слое получится 14 витков. При 29 гвоздях изгибы провода можно делать через 14 или через 7 гвоздей; тогда в одном слое в первом случае будет 28 витков, а во втором — 14 витков. Большое число гвоздей выгодно в том случае, когда нужно уложить в один слой возможно большее число витков, когда нежелательно иметь катушку с большой толщиной намотки.

Рассмотрим в качестве примера порядок намотки катушки при 29 гвоздях в одном ряду. Перенумеруем все гвозди. В каждом ряду будем иметь гвозди от № 1 до № 29 включительно (фиг. 95,*б*). Чтобы катушку после намотки легко можно было снять с болванки, обертываем бумажной полоской болванку между рядами гвоздей.

На гвозде № 1 1-го ряда укрепляем начало провода и ведем его к гвоздю № 15 2-го ряда (см. фиг. 95,*б*), отсюда — к гвоздю № 29 1-го ряда, затем к гвоздю № 14 2-го ряда и т. д. Это будет намотка с шагом, равным 14 гвоздям.

При намотке с шагом в 7 гвоздей провод пойдет таким путем: гвоздь № 1 (1-го ряда) — № 2 (2-го ряда), — № 15 (1-го ряда) — № 22 (2-го ряда) — № 7 (2-го ряда) — № 14 (1-го ряда) и т. д.

При намотке катушки на болванке с 15 гвоздями в ряду и с шагом в 7 гвоздей путь провода будет следующим: гвоздь № 1 (1-го ряда) — № 8 (2-го ряда) — № 15 (1-го ряда) — № 7 (2-го ряда) — № 14 (1-го ряда) — № 6 (2-го ряда) — № 13 (1-го ряда) и т. д.

Первые два-три витка катушки приходится накладывать, внимательно следя за номерами гвоздей; в дальнейшем в этом уже не будет необходимости, так как ход намотки будет сам показывать, куда нужно класть следующие витки.

Во всех случаях слой намотки заканчивается тогда, когда провод обогнет тот гвоздь, с которого начата намотка (№ 1 1-го ряда). По окончании намотки нужно скрепить витки катушки, промазав их коллодием, парафином или лаком. После этого гвозди осторожно удаляют и катушку снимают с болванки.

Скрепить витки катушки можно и с помощью ниток. Для этого перед намоткой катушки под бумажное кольцо в четырех—шести местах подкладывают кусочки нитки длиной по 6—8 *см*. По окончании намотки концами ниток связывают готовую катушку, обхватывая ее с наружной стороны.

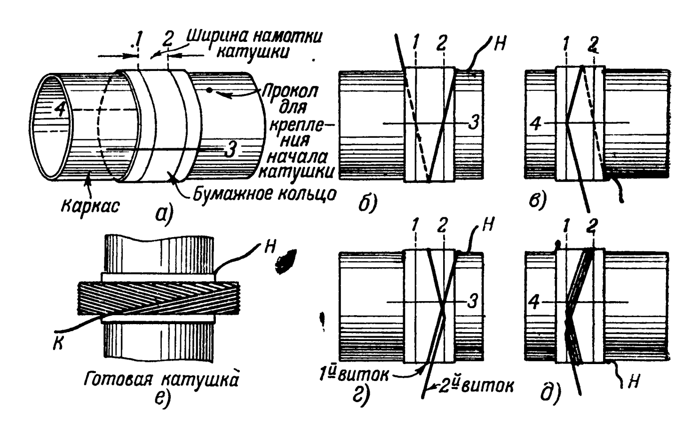
При намотке сотовых катушек удобно пользоваться дрелью, в патрон которой зажат гвоздь, вбитый точно в центр конца болванки. Дрель зажимается в тисках так, чтобы болванка находилась у левой руки. Вращение ручки дрели производят правой рукой.

Сотовую намотку можно использовать для катушек длинноволновых и средневолновых диапазонов детекторных и ламповых радиоприемников.

Катушка „Универсаль“

Этот способ намотки катушек отличается от «сотовой» только тем, что намотка производится без шпилек и витки укладываются плотно друг к другу (фиг. 96). На каркас, предназначенный для катушки, или на болванку, накладываем в два-три слоя полоску бумаги так, чтобы образовалось бумажное кольцо (фиг. 96,*а*). Ширина кольца должна быть немного больше требуемой ширины катушки. Чтобы кольцо не разматывалось, конец бумажной полоски укрепляем каплей клея.

Теперь нужно провести по окружности две параллельные линии *1* и *2* (фиг. 96,*а*), которые будут являться границами катушки, и две диаметрально противоположные черточки *3* и *4*, необходимые для правильной укладки и счета первых витков катушки. Для закрепления начала катушки делаем в каркасе прокол. Укрепив начало катушки, провод переводим на кольцо с таким расчетом, чтобы он попал в точку пересечения линий *2* и *3* (фиг. 96,*б*).



Фиг. 96. Намотка катушки типа „Универсаль“.

Затем провод укладываем плотно на кольцо и наискось ведем к точке пересечения линий *1* и *4* (фиг. 96,*в*). Далее ведем провод к линии *2* — к началу первого витка. Получился один виток. Затем изгибаем провод так, чтобы изгиб проходил через начало первого витка и прижимал бы его к кольцу (фиг. 96,*г*). Второй виток укладываем параллельно первому витку, вновь изгибаем провод с противоположной стороны и ведем его к началу катушки. Дальнейшую намотку ведем таким же порядком: вращая каркас, укладываем каждый последующий виток параллельно предыдущему, косыми переходами. В местах переходов провод изгибаем, прижимая этим изгибы предыдущих витков к кольцу. При намотке нужно следить, чтобы изгибы витков не выходили за пределы линий *1* и *2* и располагались с противоположных сторон каркаса.

Самое трудное при намотке катушки «Универсаль» — это правильно уложить первые 8—10 витков. Намотка остальных витков несложна. Чтобы первые витки крепко держались на кольце, его поверхность нужно смазать клеем или лаком. Готовую катушку следует промазать лаком или расплавленным парафином.

Бумажное кольцо подкладывают для того, чтобы катушку можно было перемещать по каркасу и в случае необходимости переносить на другой каркас. Для лучшего скольжения каркас под кольцом следует посыпать тальком (можно купить в аптеке). Если перемещения катушки не требуется, ее можно наматывать непосредственно на каркасе.

С первого раза катушка не всегда получается красивой, а иногда даже рассыпается. Однако, если попрактиковаться, то катушки будут получаться не хуже заводских.

Намотку «Универсаль» можно применять всегда, когда требуется получить аккуратную, многослойную катушку с большим количеством витков.

Внутренняя емкость катушки

У наших читателей может возникнуть вопрос: зачем выдумали катушки такого сложного устройства? Не лучше ли их витки укладывать так, как наматывают нитки на катушки?

Дело в том, что между поверхностями двух соседних витков и между слоями катушки образуются как-бы конденсаторы, обкладками которых являются витки, а диэлектриками — изолирующие слои провода и воздух.

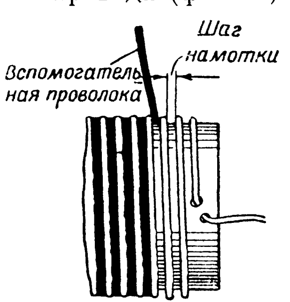
Суммарную емкость этих конденсаторов называют **внутренней** или **собственной** емкостью катушки. Эта емкость ухудшает качество катушек колебательных контуров. Особенно велика внутренняя емкость многослойных катушек, у которых провод намотан, как нитки на катушки.

Из предыдущей беседы вы узнали, что емкость будет тем меньше, чем дальше находятся друг от друга проводники, образующие конденсатор. Увеличивая расстояние между соседними витками катушки, а также располагая витки рядов под углом друг к другу, мы уменьшаем ее внутреннюю емкость. Этим и объясняется применение при намотке катушек сложных способов укладки витков.

В коротковолновых катушках даже небольшая междувитковая емкость уже становится нежелательной. Уменьшить ее можно путем увеличения расстояния между витками, что достигается намоткой катушки с принудительным шагом.

Намотка катушки с принудительным шагом

Этот способ намотки катушки отличается от предыдущих тем, что между витками катушки создают небольшие промежутки. Для этого на каркас одновременно наматывают основной и вспомогательный провода (фиг. 97). Диаметр вспомогательного провода должен быть равен желательному расстоянию между витками. Когда катушка намотана и концы основного провода закреплены, вспомогательный провод осторожно снимают. В результате, по всей длине катушки получаются равные промежутки между витками.



Фиг. 97. Намотка катушки с принудительным шагом.

Чтобы последние не сползали с каркаса, витки катушки нужно промазать лаком сразу же после снятия вспомогательного провода.

Таким способом можно наматывать катушки даже из провода с попорченной изоляцией или даже из неизолированной проволоки.

Вместо вспомогательного провода можно использовать обыкновенную толстую нитку (№ 10), которая остается на каркасе и препятствует соприкосновению витков между собой.

Катушки с высокочастотными сердечниками

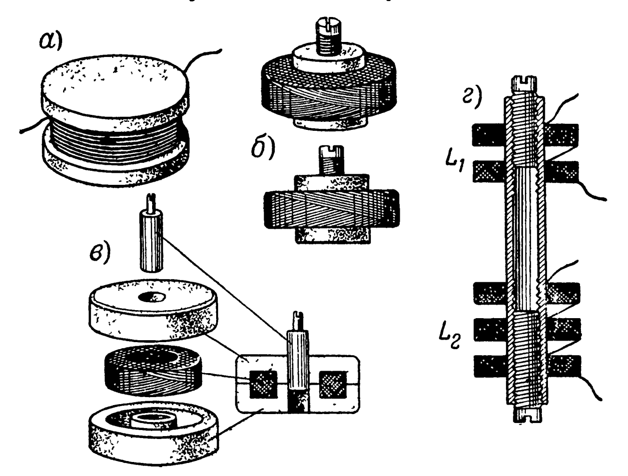
Катушки многих современных радиоприемников делают с сердечниками, изготовленными из мельчайших крупинок железной руды, железа, полученного химическим путем, или сплавов, смешанных с изолирующим лаком и другими веществами и спрессованных под большим давлением. Такие сердечники называют высокочастотными сердечниками.

В зависимости от используемого металла и от примесей к нему сердечники подразделяют на альсиферовые, магнетитовые, карбонильные или ферритовые.

Катушки, снабженные сердечниками, имеют в 3—5 раз бо́льшую индуктивность, чем такие же катушки без сердечников. Используя сердечник, можно значительно уменьшить число витков и размер катушки. С помощью сердечника, кроме того, можно плавно изменять индуктивность катушки. Если эта катушка работает в колебательном контуре, сердечником можно производить его настройку.

Конструкции высокочастотных сердечников бывают весьма различны. Есть сердечники в виде шпулек, служащие основой — каркасом, на который наматывается катушка, в виде горшочков, в которые помещаются катушки, а есть цилиндрические стерженьки, которые вставляются или ввертываются в каркасы катушек. Наиболее распространенные формы сердечников мы показываем на фиг. 98.

Фиг. 98,*а* — катушка с шпулевидным сердечником. Индуктивность этой катушки не изменяется. На фиг. 98,*б* показана еще одна катушка с шпулевидным сердечником, имеющим в середине цилиндрик, вдвигая и выдвигая который можно в некоторых пределах изменять индуктивность катушки.



Фиг. 98. Катушки с высокочастотными сердечниками.

Для катушки, показанной на фиг. 98,*в*, используется горшкообразный с подвижным цилиндриком сердечник. Такой стерженек дает возможность изменять индуктивность катушки.

Цилиндрические сердечники применяют часто в приемниках для настройки контуров, заменяя ими конденсаторы переменной емкости. Так сделано, например, в детекторном приемнике «Комсомолец».

На фиг. 98,*г* показаны две секционированные, размещенные на общем каркасе катушки со стержневыми сердечниками. Катушка L_1 рассчитана для настройки приемника на радиостанции средневолнового, а катушка L_2 — для настройки на станции длинноволнового диапазонов.

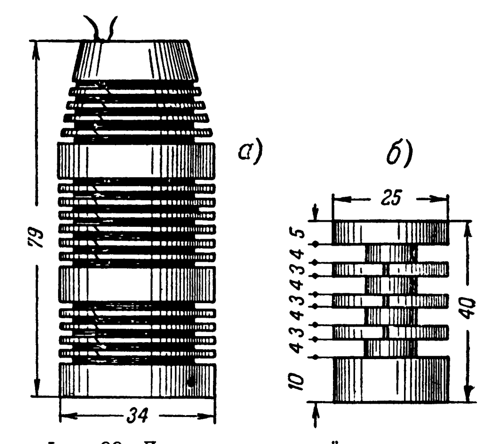
Разбивка катушек на секции, т. е. составление каждой катушки из отдельных катушек с меньшим числом витков, уменьшает их внутреннюю емкость.

Катушки часто помещают в экраны из алюминия, меди или латуни, которые препятствуют распространению их электрических и магнитных полей за пределы экрана. Экраны обычно заземляют.

Дроссели высокой частоты

Хорошая конструкция дросселя высокой частоты заводского изготовления показана на фиг. 99,*а*. Его обмотка содержит около 5 000 витков провода ПЭЛ или ПЭ 0,08 *мм*, размещенных в 17 пазах — секциях цилиндрического деревянного каркаса.

Дроссель высокой частоты нетрудно сделать и самому. Для этого из сухого брусочка надо выточить на токарном станке цилиндрический каркас по размерам, указанным на фиг. 99,*б*. Он должен иметь четыре-пять кольцевых пазов глубиной в 6—8 *мм* и один продольный паз, который необходим для того, чтобы переводить провод из одной секции в другую. Перед на-



Фиг. 99. Дроссель высокой частоты.

моткой каркас дросселя следует опустить в баночку с расплавленным парафином или пропитать спиртовым или масляным лаком.

Каркас для дросселя можно также сделать в виде картонной трубки диаметром 12—15 *мм*, надев на нее картонные кружочки. Последние размещаются на расстоянии 4—5 *мм* друг от друга и крепятся к трубке с помощью клея; они образуют секции дросселя.

Намотка дросселя производится проводом ПЭЛ (ПЭ) 0,08—0,12 *мм*. После того как уложена часть витков в первую секцию, провод переводится через прорез в щечке в следующую секцию и намотка ведется в ту же сторону, затем провод переводится в следующую секцию и т. д. Распределение числа витков в секциях не имеет большого значения. Важно, чтобы дроссель содержал всего не менее 1 800—2 000 витков. Выводы конца и начала обмотки дросселя делаются изолированными, лучше многожильными, проводом диаметром 0,2—0,3 *мм*. Дроссели высокой частоты часто помещают в металлические экраны, которые соединяют с заземленным проводником приемника (заземляют).

О некоторых других катушках индуктивности, в частности о дросселях низкой частоты, мы подробнее расскажем в следующих беседах.

Советуем прочитать:

А. Д. Батраков и С. Кин, Элементарная радиотехника (Массовая радиобиблиотека), ч. 1, Госэнергоиздат, 1951.

З. Б. Гинзбург и Ф. И. Тарасов, Самодельные детали для сельского радиоприемника, Изд. «Московский рабочий», 1950.

Беседа двенадцатая

КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР

Колебательным контуром называют **замкнутую электрическую цепь, состоящую из катушки индуктивности и конденсатора**. При определенных условиях в таком контуре электроны могут совершать ритмичные колебательные движения. Поэтому его и называют колебательным контуром.

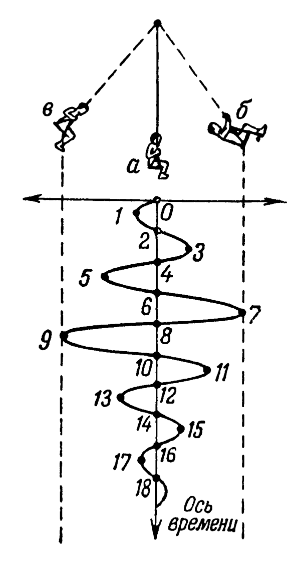
Колебательный контур является одной из существенных частей почти всякого радиоаппарата. Радиопередатчик с помощью колебательного контура создает токи высокой частоты, а радиоприемник настраивается в резонанс с частотой передающей радиостанции.

Механические колебания

Нашим читателям знакомы такие механические колебательные системы (устройства), какими, например, являются маятник или качели. Под влиянием внешних сил они могут совершать ритмичные колебательные движения вправо и влево от положения покоя. Прекратится воздействие внешних сил, и через некоторое время колебательная система придет в положение покоя.

Многие из нас раскачивались на качелях так, что «дух захватывало». Для этого нужно было качели сначала подтолкнуть, а затем прикладывать некоторую силу в такт с их колебаниями. Без большого труда можно добиться очень больших размахов качелей — получить большие амплитуды их колебаний. Даже маленький мальчик может раскачать на качелях взрослого человека, если свою силу мальчик будет прикладывать умеючи. Но стоит прекратить сообщать качелям толчки, они покачаются немного и остановятся.

Изобразим колебания качелей графическим способом (фиг. 100). Стрелкой, идущей вниз, мы отмечаем время, а стрелками, идущими вправо и влево,— расстояния, на которые отклоняются качели от положения равновесия.



Фиг. 100. Качели и графическое изображение их движения.

В положении *а* (фиг. 100) качели находятся в спокойном состоянии, что отмечено на графике точкой *О*.

Под действием силы, прилагаемой самим качающимся или другим человеком, стоящим на земле, качели отклонились влево (это положение качелей отмечено на графике точкой *1*), запасясь определенной энергией. В этом положении качели не останут-

ся. Они устремятся к положению покоя (на графике точка *2*). Но и здесь они не остановятся, а по инерции пройдут это положение и отклонятся вправо. Этому будет способствовать дополнительный толчок, который они получат. Теперь они отклонятся до точки, отмеченной на графике цифрой *3*. При этом амплитуда отклонения качелей вправо будет больше, чем амплитуда первого отклонения влево. Но и в точке *3* качели не останутся. Они вновь устремятся к положению покоя (точка *4*) и под действием силы инерции и дополнительного толчка окажутся в точке *5*. Амплитуда колебания влево будет еще больше.

Добившись таких больших размахов качелей, при которых они достигают положений *б* (на графике точка *7*) и *в* (на графике точка *9*), перестанем их подталкивать. Тогда энергия, которую запасли качели, заставит их еще некоторое время колебаться, но амплитуды колебаний будут постепенно убывать — колебания будут, как говорят, затухать, и, наконец, качели остановятся.

Свободные колебания качелей (или маятника) представляют собой процесс перехода одного вида энергии в другой. Так называемая к и н е т и ч е с к а я энергия (энергия движения) в крайних правых и левых точках переходит в энергию п о т е н ц и а л ь н у ю, которая через долю секунды вновь преобразуется в кинетическую и т. д. до тех пор, пока не израсходуется весь запас энергии на преодоление трения и сопротивления воздуха.

При сколь угодно большом запасе энергии свободные колебания всегда являются з а т у х а ю щ и м и. Если во время первых периодов колебаний амплитуды бывают большими, то в следующие периоды амплитуды уменьшаются и со временем совсем затухают. При этом периоды колебаний не изменяются (напомним, что период — это время, в течение которого происходит одно полное колебание).

Свободные затухающие колебания графически изображают так, как показано на фиг. 101,*а*.

Как долго будут продолжаться свободные колебания? Это зависит от энергии, запасенной колебательной системой, и условий, в которых она находится. Если запас энергии большой, а силы, стремящиеся приостановить колебания, малы (нет заеданий в местах подвески качелей, они ни за что не задевают), то колебания будут длиться дольше.

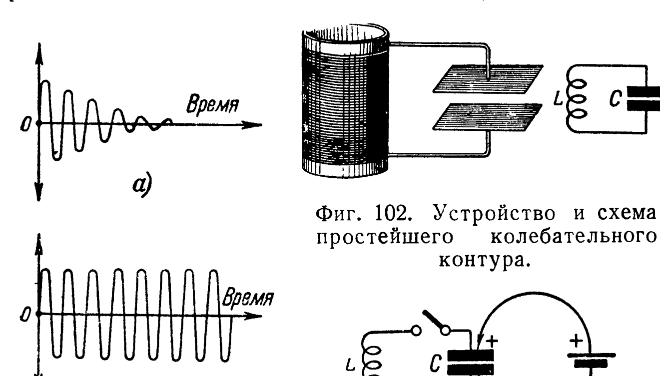
Если же колебательную систему все время подталкивать в такт с колебаниями, т. е. пополнять потери, создаваемые различными тормозящими силами, создадутся н е з а т у х а ю щ и е колебания. Это уже не свободные, а вынужденные колебания. Они будут длиться до тех пор, пока не перестанет действовать подталкивающая сила (например, механизм часов). График незатухающих колебаний показан на фиг. 101,*б*.

Электрические колебания в контуре

Устройство простейшего колебательного контура и его схема показаны на фиг. 102. Это — замкнутая электрическая цепь, состоящая из катушки индуктивности L и конденсатора C. Чтобы в таком контуре заставить электроны колебаться, их нужно прежде всего «подтолкнуть». Это можно сделать, сообщив конденсатору контура электрический заряд.

Давайте отключим катушку от конденсатора, а к его обкладкам присоединим источник постоянного тока — батарею гальванических элементов (фиг. 103). Конденсатор зарядится до напряжения батареи. Теперь отключим батарею, а контур замкнем. То, что будет происходить в контуре после этого, показано графически на фиг. 104.

В первый момент (фиг. 104,*а*) на верхней обкладке конденсатора будет недостаток электронов (+), а на нижней обкладке их избыток (—); вся энергия сосредоточена при этом в электрическом поле между обкладками конденсатора и тока в контуре нет. На графике этот момент отмечен точкой *О*. Но электроны с нижней обкладки конденсатора устремятся по виткам катушки туда, где их недостаток, — на верхнюю обкладку. Конденсатор начнет разряжаться через катушку. В контуре появится ток, а вокруг витков катушки магнитное поле — вечный спутник тока. К моменту полного раз-



Фиг. 101. Графическое изображение затухающих (*а*) и незатухающих (*б*) колебаний.

Фиг. 102. Устройство и схема простейшего колебательного контура.

Фиг. 103. Заряд конденсатора колебательного контура от батареи.

ряда конденсатора (фиг. 104,*б*) ток в катушке контура и магнитное поле вокруг витков катушки достигнут наибольшего значения. Этот момент отмечен на графике точкой *1*.

Казалось бы, что в этот момент ток в контуре должен бы прекратиться. Но этого не произойдет. Убывающее магнитное поле начнет индуктировать в катушке э. д. с. самоиндукции. Под воздействием этой силы электроны в катушке будут продолжать перемещаться с нижней обкладки конденсатора на верхнюю его обкладку — в контуре будет индуктироваться убывающий по величине ток первоначального направления, до тех пор, пока не исчезнет магнитное поле. В момент *2* (фиг. 104,*в*), когда магнитная энергия исчезнет, конденсатор окажется вновь заряженным. Теперь электроны, остановившись на миг, начнут обратное движение с верхней обкладки конденсатора через катушку на нижнюю обкладку конденсатора. В момент *3* (фиг. 104,*г*) конденсатор вновь разрядится, магнитное поле катушки достигнет наибольшего значения и вследствие действия э. д. с. самоиндукции конденсатор снова перезарядится. В момент *4* (фиг. 104,*д*) мы получим точно такое же состояние электронов в контуре, которое было в момент *О*. Произошло одно полное колебание. Разумеется, заряженный конденсатор вновь будет разряжаться и перезаряжаться и произойдет второе, за ним третье колебание и так далее. Энергия заряда конденсатора будет преобразовываться в ток и магнитное поле, а ток и поле — в электрический заряд конденсатора. По существу в контуре возникнет переменный электрический ток.

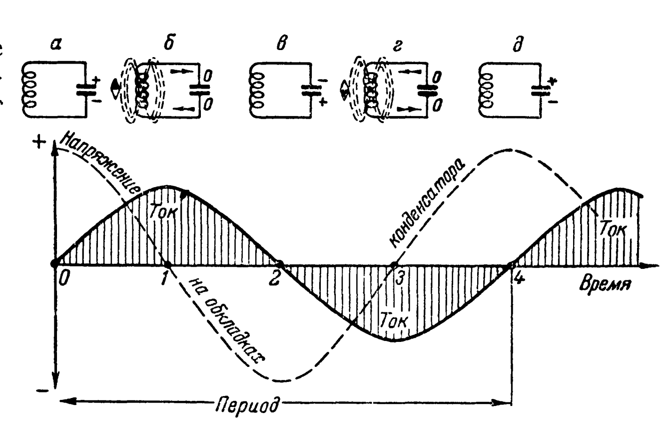
Не следует думать, что колебательный процесс в контуре будет бесконечным. Он будет продолжаться до тех пор, пока не израсходуется вся энергия, полученная конденсатором от батареи на преодоление сопротивления катушки контура, подобно тому, как это бывает при механических колебаниях.

Описанные колебания в контуре являются свободными и, следовательно, затухающими.

Но в контуре можно получить и незатухающие — вынужденные — колебания, если все время в такт с каждым колебанием пополнять контур новыми порциями электрической энергии, например присоединить к нему источник переменного тока. Затухающие и незатухающие электрические колебания в контуре изображают графически так же, как механические колебания (фиг. 101).

Каким же образом возникают колебательные движения электронов в контуре детекторного приемника? Ведь он не имеет батарей.

Да, детекторный приемник батарей не имеет. Но его колебательный контур соединен



Фиг. 104. Электрические колебания в контуре.

с антенной, в которой радиоволны возбуждают ток высокой частоты. Этот ток и возбуждает колебания в контуре, он же и поддерживает их — создает вынужденные колебания. Это происходит не только в контуре детекторного, но и в контуре радиоприемника любого другого типа.

Частота колебаний в контуре

Проведите такой опыт: возьмите нитку длиной примерно в 1,5 *м*, привяжите ее одним концом, например, к наличнику двери, а к другому концу нитки привяжите грузик. Получится простейший маятник. Отведите грузик и отпустите его, т. е. создайте условия для свободных колебаний. Возьмите часы с секундной стрелкой и определите, сколько полных колебаний совершит маятник за 1 мин. Получится примерно 25—30 колебаний. Значит, период колебаний маятника равен 2,5—2 сек. Какой бы мы ни создавали первоначальный размах маятника, его частота колебаний будет постоянна. Стоит только укоротить нитку, как частота колебаний возрастет. При определенной длине нитки всегда будет одна и та же частота колебаний. Это и есть собственная частота колебаний маятника. При длинной нитке колебания будут медленными, редкими, а при более короткой — быстрыми, частыми. Чтобы получить заданную частоту колебаний, необходимо подобрать определенную длину нитки.

Другим примером может быть струна музыкального инструмента. При определенной ее толщине и натяжении она колеблется с определенной постоянной частотой. Дужки камертона колеблются со строго определенной, постоянной частотой.

Нечто подобное наблюдается и в колебательном контуре. Чем больше число витков и диаметр катушки, тем больший путь проделы-

вают электроны от одной обкладки конденсатора к другой. Значит, больше потребуется времени для одного колебания, частота колебаний в контуре будет меньше, и, наоборот, с уменьшением индуктивности катушки уменьшится период колебания и возрастет частота колебаний в контуре.

Частота колебаний в контуре зависит и от емкости конденсатора. Чем больше емкость, тем больший заряд он может накопить. Следовательно, потребуется больше времени для его перезарядки. При увеличении емкости контура его частота будет уменьшаться, а с уменьшением емкости — увеличиваться.

Итак, частоту электрических колебаний в контуре можно изменить путем изменения данных его катушки и емкости конденсатора. На практике используют то и другое.

Резонанс

Существует рассказ о том, как однажды от скачущих на конях по мосту полицейских развалился мост. Дело в том, что все кони одновременно и ритмично ударяли копытами по мосту. Мост от этого стал раскачиваться — колебаться вверх и вниз. По случайным конструктивным данным моста собственная частота его колебаний, подобная частоте колебаний свободно подвешенного маятника, совпала с частотой ударов конских копыт, удары строя приходились в такт — в резонанс с собственной частотой колебаний моста. Мост с каждым ударом получал новую, дополнительную порцию энергии — толчок, в результате чего он настолько сильно раскачался, что поломался. Слаженность конского строя по случайному стечению обстоятельств нанесла вред мосту. Если бы этого резонанса не было, с мостом ничего бы не случилось. И, между прочим, при прохождении строя через мосты принято всегда давать команду: «сбить ногу».

Если у наших читателей есть пианино, гитара или какой-либо другой струнный музыкальный инструмент, подойдите к нему и произнесите громкий звук. От этого какая-нибудь из струн отзовется на звук — зазвучит. Произойдет это потому, что звуковые колебания воздуха будут колебать струны, и та из них, которая окажется настроенной в резонанс с созданным вами звуком, будет колебаться сильнее остальных струн, она-то и отзовется на звук.

Подобные же явления происходят и в электрическом колебательном контуре приемника. В нем возникают колебания с наибольшей амплитудой в том случае, если частота контура совпадает с частотой тока в антенне, т. е. если он настроен в резонанс с частотой передающей радиостанции.

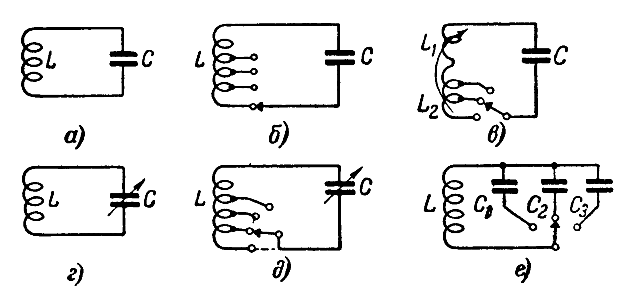
От действия волн различных радиостанций в приемной антенне возбуждаются токи различных частот. Нам же из всех этих частот надо выбрать только частоту той радиостанции, которую мы желаем слушать. Подбирая данные колебательного контура, мы настраиваем его в резонанс с требуемой частотой тока в антенне. При резонансе ток из антенны будет лучше всего возбуждать контур приемника и в нем возникнут наиболее сильные колебания. Это и есть настройка на радиостанцию. При этом в контуре будут очень слабые колебания тех частот, на которые он не настроен в резонанс.

Замкнутый колебательный контур

Мы разобрали наиболее простой вид колебательного контура, так называемый замкнутый колебательный контур. Для его настройки в резонанс на желательную частоту колебаний он устраивается так, чтобы можно было изменять его частоту изменением его индуктивности и емкости или обеими этими его частями одновременно. На фиг. 105,*а* мы повторили схему простейшего замкнутого колебательного контура. В нем емкость и индуктивность неизменяющиеся. Такой контур пригоден для приема одной (фиксированной) волны; он принимает только ту станцию, на частоту которой он настроен.

Настройка контура, показанного на фиг. 105,*б*, осуществляется только переключением секций катушки при постоянной емкости конденсатора контура. Таким контуром не всегда можно добиться точной настройки на нужную станцию.

В контуре, показанном на фиг. 105,*в*, применен вариометр. В нем грубая настройка осуществляется переключением отводов секций катушки L_2, а плавная — вращением катушки L_1 внутри катушки L_2. Стрелка, пересекающая катушки, показывает, что вариометр обладает переменной индуктивностью.



Фиг. 105. Разновидности замкнутого колебательного контура.

Настройка контура, показанного на фиг. 105,*г*, изменяется только с помощью конденсатора переменной емкости. Такой контур может быть настроен в сравнительно узком диапазоне волн и для его расширения требуется смена катушек, имеющих различные количества витков.

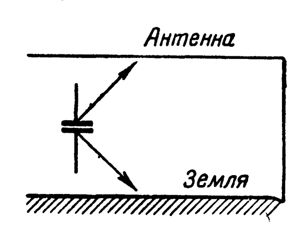
В контуре по фиг. 105,*д* применены катушка с отводами и конденсатор переменной емкости. Грубая настройка производится переключением секций катушки, а плавная — изменением емкости конденсатора. Ползунок переключателя часто соединяют с концом катушки, как это показано на фиг. 105,*д* пунктиром.

Контур, показанный на фиг. 105,*е*, имеет несколько конденсаторов различной емкости, присоединяемых к катушке при помощи переключателя. В этой схеме работают катушка и тот конденсатор, который включен в контур. Он пригоден для приемника с тремя фиксированными настройками.

Открытый колебательный контур

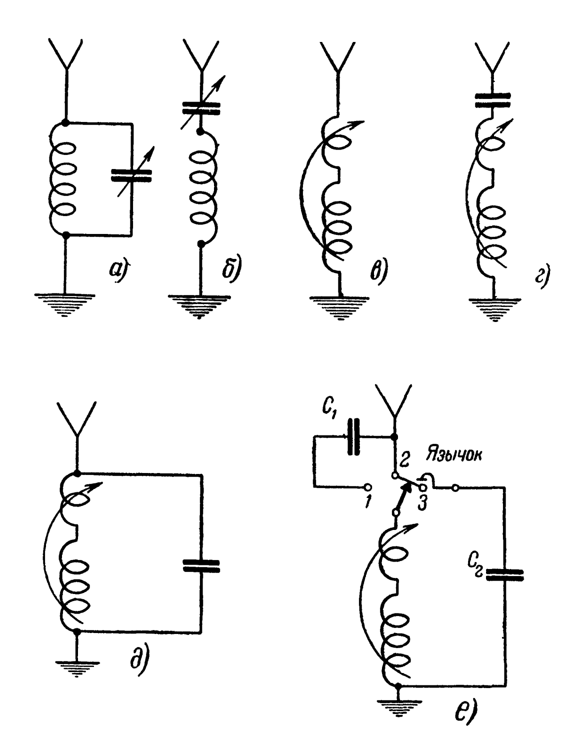
В детекторных и простых ламповых радиоприемниках приходится иметь дело с катушками и конденсаторами, присоединенными к антенне. Колебательные контуры, составленные из антенны и катушек с конденсаторами, называют открытыми или антенными контурами.

Читатели уже знают, что антенна и земля представляют собой конденсатор, одной «обкладкой» которого является провод антенны, а другой — земля (фиг. 106). Антенну можно еще рассматривать, как неполный виток провода. Стало быть, антенна одновременно обладает и индуктивностью. Следовательно, антенна является колебательным контуром. Включая между антенной и землей дополнительные катушки индуктивности и конденсаторы, мы можем настраивать этот контур в резонанс с различными частотами.



Фиг. 106. Антенна обладает емкостью и индуктивностью.

На фиг. 107,*а* и *б* показаны способы настройки антенного контура при помощи конденсатора переменной емкости. На фиг. 101,*а* мы имеем параллельное соединение конденсатора переменной емкости с катушкой индуктивности, а вместе с тем и с емкостью антенны; на фиг. 107,*б* конденсатор переменной емкости включен последовательно с катушкой и последовательно с емкостью антенны. В первом случае общая емкость контура будет всегда больше емкости антенны, а во втором — меньше ее.



Фиг. 107. Разновидности антенных контуров.

Поэтому при одной и той же антенне и катушке параллельное включение конденсатора дает настройку на более длинные волны, а последовательное — на более короткие волны.

Схемы фиг. 107,*в*, *г* и *д* показывают варианты знакомого нам способа настройки антенного контура при помощи вариометра.

Схема фиг. 107,*е* совмещает в себе три последние схемы, позволяя с удобством переходить от одной к другой при помощи переключателя. Когда переключатель стоит на контакте *1*, мы имеем схему фиг. 107,*г*. При этом получается настройка на относительно короткие волны. Если перевести переключатель на контакт *2*, будет включен один только вариометр — схема фиг. 107,*в*. В этом случае ток из антенны пойдет по проводнику через контакт *2*, ползунок и вариометр в землю. Наконец, при установке переключателя на контакт *3* получается настройка на самые длинные волны. В этом случае при помощи пружинящего «язычка» параллельно вариометру подключается конденсатор постоянной емкости C_2.

Советуем прочитать:

И. П. Жеребцов, Радиотехника, Связьиздат, 1953.

С. А. Бажанов, Что такое радиолокация, Воениздат, 1948.

А. Д. Батраков и С. Кин, Элементарная радиотехника (Массовая радиобиблиотека), ч. 1, Госэнергоиздат, 1951.

Беседа тринадцатая

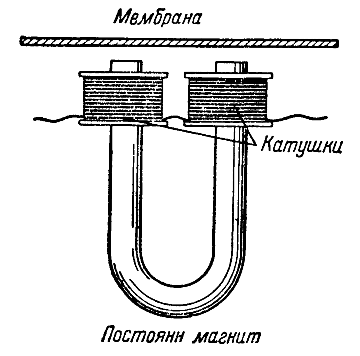
ТЕЛЕФОННЫЕ ТРУБКИ

Мы уже говорили, что существуют два вида телефонных трубок: электромагнитные и пьезоэлектрические. Сейчас мы познакомим с устройством этих трубок, расскажем, как они работают.

Электромагнитная телефонная трубка

Электромагнитная телефонная трубка — один из старейших электротехнических приборов, почти без изменения сохранивший свои основные черты до наших дней. Ее схематическое (упрощенное) устройство показано на фиг. 108. На полюсы постоянного магнита подковообразной формы надеты две катушки с обмоткой из тонкого изолированного провода. Около концов полюсов находится тонкая жестяная пластинка — мембрана. Полюсы магнита ее притягивают, поэтому она немного прогибается в середине, но не прикасается к полюсам магнита. Если через катушки пропустить ток, то вокруг них будет создаваться магнитное поле. Вместе с полем постоянного магнита оно образует единое поле, сила которого будет зависеть от направления тока в катушках. При одном направлении тока, когда полярности электромагнита и постоянного магнита совпадают, складываются, мембрана сильнее притягивается к полюсам магнита. При другом направлении тока через катушки эти два поля будут противоположны, отчего общее поле станет слабее поля одного магнита. От этого мембрана будет слабее притягиваться к полюсам, отойдет от них, несколько выпрямится.

Очевидно, что при пропускании через катушки телефонной трубки переменного тока низкой (звуковой) частоты притяжение мембраны к полюсам магнита будет то усиливаться, то ослабляться. При этом мембрана будет то приближаться к магниту, то отходить от него; она будет колебаться с частотой проходящего через катушки переменного тока и толкать частицы окружающего ее воздуха — создавать в воздухе волны, которые мы воспринимаем как звук.



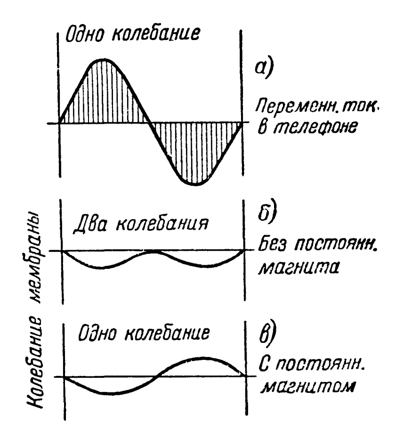
Фиг. 108. Схематическое устройство электромагнитной телефонной трубки.

Зачем нужен постоянный магнит

С первого взгляда может показаться, что постоянный магнит в телефоне не нужен, а можно обойтись только катушками, надетыми на железную ненамагниченную подковку. Но это не так, и вот почему.

Дело в том, что электромагнит одинаково притягивает железо, идет ли ток через его катушки в одном направлении или в другом. Когда же ток прекратится, электромагнит перестает притягивать. Поэтому, если в телефоне не будет постоянного магнита, то за один период переменного тока мембрана телефона притянется сначала при первом полупериоде, отойдет, снова притянется при втором полупериоде и опять отойдет обратно, т. е. за время одного периода (колебания) переменного тока (фиг. 109,*а*) мембрана сделает два колебания (фиг. 109,*б*). Если, например, частота переменного тока будет 500 *гц*, то мембрана телефона сделает $500 \times 2 = 1\,000$ колебаний, т. е. тон звука будет вдвое выше нормального.

При наличии же постоянного магнита картина будет иная. При одном полупериоде переменного тока получится усиление магнита — уже притянутая мембрана притянется еще больше, а при другом полупериоде магнит



Фиг. 109. Телефон с постоянным магнитом дает неискаженное воспроизведение звука. При отсутствии постоянного магнита мембрана колеблется с удвоенной частотой.

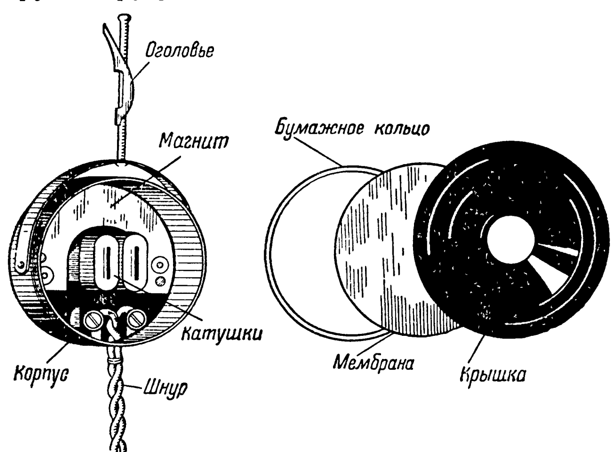
ослабнет и мембрана отойдет от магнита. Следовательно, за один период переменного тока мембрана сделает только одно колебание (фиг. 109,*в*). Иначе говоря, при наличии постоянного магнита телефон будет работать правильно, преобразовывать электрические колебания в звуковые без искажений. Постоянный магнит, кроме того, увеличивает громкость звучания телефона.

Устройство электромагнитной трубки

Так называемые «радионаушники» состоят из двух телефонных трубок, прикрепленных к оголовью — металлической дуге, при помощи которой трубки хорошо прилегают к ушам. Отвернем крышку одной из электромагнитных трубок и рассмотрим ее устройство (фиг. 110). Как видите, телефонная трубка состоит из круглой коробки — корпуса, крышки с отверстием, мембраны — круглой жестяной пластинки, бумажного кольца — прокладки между мембраной и краем коробки телефона. Внутри коробки находится электромагнитная система телефона, к катушкам которой присоединены концы шнура. Этим шнуром мы включаем телефон в гнезда радиоприемника.

Электромагнитные системы телефона бывают двух типов: с двумя или с одной катушкой.

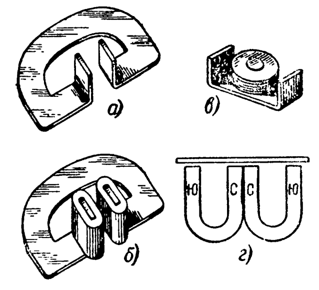
При двух катушках подковообразный плоский магнит телефона имеет загнутые вверх полюса из мягкой стали (фиг. 111,*а*), на которые надеваются катушки (фиг. 111,*б*). Для усиления магнитного поля в некоторых телефонах применяются не один, а два плоских магнита, которые складываются вместе одноименными полюсами в одну сторону. Правильно сложенные, они не должны притягиваться друг к другу.



Фиг. 110. Устройство электромагнитной трубки.

На фиг. 111,*в* показана электромагнитная система телефона с одной катушкой. Здесь магнит состоит как бы из двух магнитов, сложенных к середине одинаковыми полюсами, что поясняется фиг. 111,*г*.

Телефонные трубки, скрепленные общим оголовьем, соединяются между собой п о с л е д о в а т е л ь н о.



Фиг. 111. Различные типы магнитных систем телефона.

Катушки телефона содержат по нескольку тысяч витков очень тонкого провода (ПЭ 0,05—0,08 *мм*). Увеличение числа витков катушки повышает ч у в с т в и т е л ь н о с т ь телефона.

Чувствительностью телефона называют его способность отзываться на очень слабые колебания электрического тока. Чем слабее колебания, на которые отзывается телефон, тем он чувствительнее.

Электромагнитные телефонные трубки подразделяются на н и з к о о м н ы е — с меньшим числом витков, и в ы с о к о о м н ы е — с большим числом витков. Высокоомный телефон имеет бо́льшую чувствительность, а следовательно, лучше звучит при слабом радиоприеме.

Для детекторных радиоприемников рекомендуется использовать высокоомные телефонные трубки, имеющие сопротивление примерно от 750 до 2 000 *ом* * каждая (сопротивление телефонной трубки обычно указывают на ее коробке). В случае использования телефонных трубок сопротивлением в 200—300 *ом* слышимость передачи на детекторный приемник будет несколько слабее.

Трубки от телефонных аппаратов обычно имеют сопротивление всего по нескольку десятков ом. Их катушки намотаны сравнительно толстым проводом и имеют относительно небольшое число витков. Такие трубки без перемотки их катушек для детекторных приемников непригодны.

Чтобы убедиться в исправности телефона, его надевают на уши и, слегка смочив металлические ножки на конце шнура, касаются ими друг друга. При этом в телефоне должен быть слышен легкий щелчок. Чем сильнее этот щелчок, тем больше чувствительность телефона. Щелчки получаются потому, что смоченные

* *ом* — это единица электрического сопротивления. Подробнее об этом мы расскажем в дальнейшем.

ножки телефона представляют собой очень слабый источник тока.

Более грубое испытание состоит в том, что ножками телефона прикасаются к полюсам батарейки для карманного электрического фонарика. При включении телефона на батарейку и при выключении будут слышны резкие щелчки.

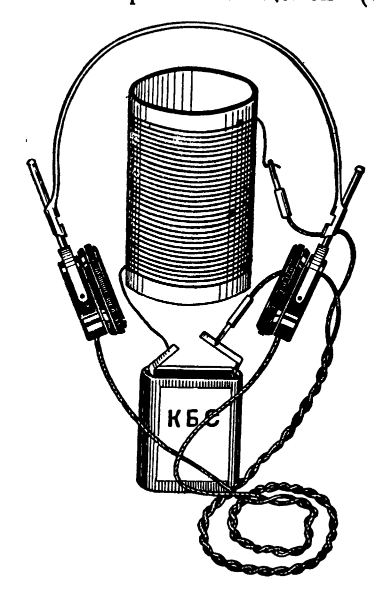
Регулировка телефона

Телефонная трубка наиболее чувствительна будет в том случае, когда ее мембрана находится очень близко к полюсам магнита, но не касается их. Это достигается подбором толщины бумажного кольца (фиг. 110), прокладываемого между мембраной и корпусом трубки. Регулировать телефон нужно очень осторожно, чтобы не погнуть мембрану.

В некоторых телефонных трубках мембрана скреплена с крышкой трубки. Отвертывая или завертывая крышку, можно найти такое расстояние между концами полюсных наконечников магнита и мембраной, при котором громкость будет наибольшей. Это положение крышки закрепляют специальным кольцом, имеющимся на крышке.

Простейший испытатель и работа с ним

Имея карманную батарейку и электромагнитный телефон, можно составить простой испытатель электрических цепей (фиг. 112),



Фиг. 112. Проверка катушки при помощи испытателя.

который позволяет определять, имеется ли в цепи или в катушке обрыв, есть ли электрическое соединение или его нет.

Пользоваться испытателем надо в следующем порядке. Сначала испытывают сам испытатель: прикасаясь обеими штепсельными ножками телефона к полюсам батарейки, убеждаются в том, что в телефоне слышен довольно сильный щелчок. Если щелчка не будет, мы имеем либо полностью разряженную батарейку, либо неисправный телефон. При исправном телефоне щелчок будет слышен с одинаковой силой как при касании штепсельных ножек к полюсам батарейки, так и при отнимании их. Чтобы проверить, например, исправность катушки индуктивности, соединяем одну штепсельную ножку шнура телефонов с одним полюсом батарейки, а вторую—с одним из выводов катушки (фиг. 112). Вторым выводом этой катушки прикасаемся к свободному полюсу батарейки. Если катушка исправная, то через ее витки должен идти ток. В момент замыкания и размыкания цепи получится резкий щелчок в телефоне. Если в обмотке катушки обрыв, — ток через нее не пойдет и щелчка в телефоне не будет.

В случае, если на общем каркасе имеется несколько катушек, таким способом проверяют каждую из них.

Этим же испытателем можно проверить и исправность конденсаторов. Для этого конденсатор включают в цепь испытателя точно так же, как и катушку. Если конденсатор вполне исправен, при первом замыкании цепи испытателя будет слышен щелчок, а при размыкании цепи щелчка не будет. Чем больше емкость конденсатора, тем сильнее будет щелчок (при последующих подключениях этого конденсатора сила щелчков уменьшается и они, наконец, становятся едва слышными или совсем неслышными). Щелчки эти вызываются током заряда конденсатора, идущим через трубки. У конденсатора малой емкости ток заряда очень мал, а поэтому щелчок будет очень слаб или его совсем не будет.

Если же при испытании конденсатора будут слышны щелчки (хотя бы и слабые) как при замыкании, так и при размыкании цепи, это укажет на плохую изоляцию между обкладками конденсатора. Громкие щелчки при замыкании и размыкании цепи свидетельствуют о том, что конденсатор неисправен — пластины его замкнуты, соединены между собой. Такой неисправный конденсатор использовать в приемнике не следует.

Для проверки исправности конденсатора переменной емкости нужно включить его в цепь испытателя и вращать его ось. Если при некотором положении подвижных пластин в телефонах будет слышен треск, значит, в этом положении подвижные и неподвижные пластины задевают друг за друга. Треск прекратится

после того, как соединение между пластинами будет устранено. Определив приблизительно место замыкания, осматривают конденсатор, находят место касания пластин и подгибанием их с помощью ножа (или подвертыванием установочного винта) устраняют неисправность.

Отметим, что определить годность батарейки телефоном нельзя, так как в нем будет слышен сильный щелчок и при разрядившейся батарейке, уже не способной накаливать нить лампочки.

Если для испытателя будут использованы описанные ниже пьезоэлектрические телефонные трубки, то параллельно их выводам необходимо включить сопротивление в 10—15 *ком*.

Пьезоэлектрическая телефонная трубка

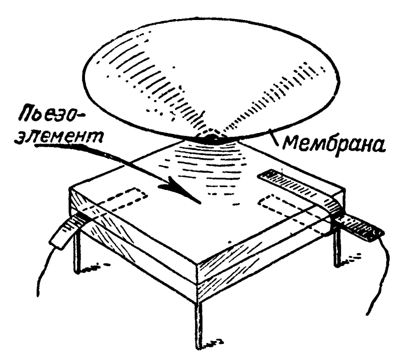
Пьезоэлектрические телефонные трубки по внешнему виду трудно отличить от электромагнитных, но внутреннее их устройство совершенно различно.

Схематически устройство пьезоэлектрической трубки показано на фиг. 113, а ее разрез — на фиг. 114. В такой трубке вместо электромагнитной системы используются две очень тонкие, изготовленные из кристалла сегнетовой соли пластинки, склеенные вместе и заклеенные в целлулоид, оберегающий их от влаги и пыли, называемые пьезоэлементом. Пластинки (на фиг. 113 для наглядности они показаны толстыми) имеют от двух противоположных уголков выводы — полоски из фольги. Одна полоска соединяется с внутренними, а другая — с наружными поверхностями пластинок. Эти полоски через болтики соединяются со шнуром, служащим для включения трубки в приемник.

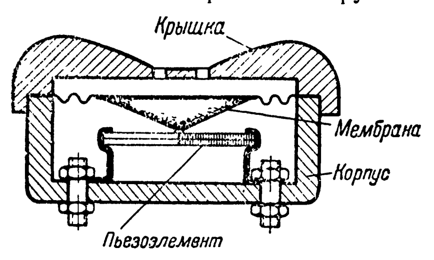
Каждая пластинка пьезоэлектрического элемента представляет собой конденсатор, диэлектриком которого является кристалл сегнетовой соли, а обкладками — поверхности его. Если к такому конденсатору подводить электрические заряды, то электрическое поле, образующееся в кристалле — диэлектрике, изменяет состояние частичек кристалла. От этого пластинка немного изгибается в ту или иную сторону, в зависимости от знаков зарядов на ее поверхностях.

Пьезоэлемент прочно укреплен двумя противоположными углами в металлических держателях, а третьим приклеен к внутренней стенке корпуса трубки (см. фиг. 113 и 114). Четвертый угол пьезоэлемента остается на весу, к нему приклеена конусообразная мембрана, изготовленная из алюминиевой фольги (она напоминает мембрану патефона).

Если подвести к выводам пьезоэлемента переменный электрический ток, элемент будет колебаться с частотой этого тока. Колебания пьезоэлемента передаются через четвертый



Фиг. 113. Схематический вид устройства пьезоэлектрической трубки.



Фиг. 114. Пьезоэлектрическая трубка (вид в разрезе).

его угол мембране, которая преобразует эти колебания в звук.

Поскольку пластинки пьезоэлемента представляют конденсатор постоянной емкости, то при использовании пьезоэлектрического телефона в детекторном приемнике блокировочный конденсатор не нужен. Но вместо него нужно включить сопротивление.

Пьезоэлектрическая трубка имеет несколько бóльшую чувствительность, чем электромагнитная, и поэтому дает более громкий прием. В этом ее преимущество. Ее недостаток — хрупкость пьезоэлемента. Такая трубка боится ударов, сырости, высокой температуры. Испорченный пьезоэлемент не поддается восстановлению. Поэтому с пьезоэлектрическими трубками нужно обращаться очень аккуратно.

Советуем прочитать:

А. В. Батраков и С. Кин, Элементарная радиотехника, ч. 1. Детекторные приемники Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1951.

И. П. Жеребцов, Радиотехника для радиолюбителей, Связьиздат, 1953.

Беседа четырнадцатая
ДЕТЕКТОР

Детектор является одной из основных частей детекторного приемника. Он преобразует модулированные колебания высокой частоты, поступающие из антенны, в электрические колебания низкой (звуковой) частоты, т. е. как бы обнаруживает в высокочастотных колебаниях колебания низкочастотные, которые преобразуются в звук. Слово детектор и означает — обнаруживающий.

Детекторная пара

Преобразование колебаний детектором осуществляется в месте контакта между металлом и каким-либо полупроводником (плохим проводником электрического тока), либо в месте контакта между двумя полупроводниками. Такой контакт называют детекторной парой. Полупроводники, используемые в детекторах, обычно представляют собой кристаллы. Из числа кристаллов, применяемых в детекторах, назовем кремний, германий, свинцовый блеск (гален) и цинкит.

Кристалл обычно впаивают в чашечку. С ним соприкасается пружинящая пластинка из латуни, бронзы или острие тонкой спирали из стали, меди, серебра.

Основным свойством детекторной пары является то, что она хорошо пропускает ток в одном направлении и почти (или совсем) не пропускает ток в другом направлении или, как говорят, она может выпрямлять переменный ток.

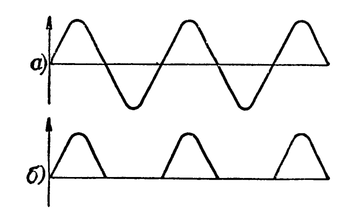
Действие детектора как выпрямителя можно сравнить с действием клапана насоса, с помощью которого накачивают футбольные, автомобильные и другие камеры. Клапан насоса обладает односторонней проводимостью воздуха; он пропускает воздух только в одном направлении — в камеру и не пропускает воздух в другом направлении — из камеры. И только благодаря этому мы успешно накачиваем камеры.

Но не при всяком контакте проводника с кристаллом происходит хорошее детектирование. На кристалле есть чувствительные точки, дающие хороший результат, и есть нечувствительные точки. В некоторых детекторах чувствительные точки приходится «искать» во время настройки приемника путем перестановки проводника или поворота кристалла.

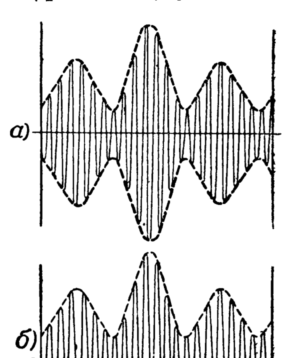
Прежде чем говорить о конструкциях детекторов, рассмотрим, как работает детектор.

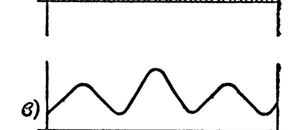
Как работает детектор

Мы знаем, что переменный электрический ток периодически изменяется по направлению и величине. Если переменный ток (фиг. 115,*а*) пропустить через детектор, то детектор выпрямит этот ток, и мы получим ток одного направления, но меняющийся по величине — пульсирующий ток (фиг. 115,*б*).



Фиг. 115. Выпрямление переменного тока детектором.





Фиг. 116. Выпрямление модулированных колебаний тока высокой частоты детектором.

Детектор пропустит через себя полупериоды одного направления и не пропустит полупериоды другого направления тока. Последние он как бы срезает. То же произойдет и с модулированными колебаниями высокой частоты (фиг. 116,*а*), проходящими через детектор. Детектор «срезает» половины колебаний, оставляя импульсы тока только одного направления (фиг. 116,*б*).

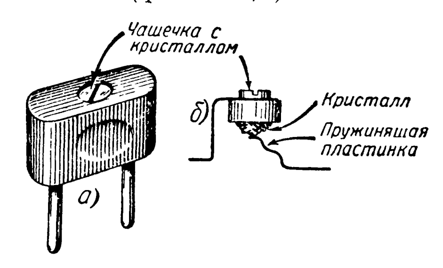
Эти импульсы заряжают блокировочный конденсатор, а он отдает телефону полученные им заряды, заполняя «провалы» между пульсациями. В результате через телефон идет ток низкой (звуковой) частоты, подобный тому, которым модулировался ток несущей (высокой) частоты на передающей станции (фиг. 116,*в*). Этот ток, проходя через телефон, заставляет его звучать.

Кремниевый детектор

В настоящее время наиболее широкое распространение получил так называемый кремниевый детектор марки ДК (фиг. 117,*а*). Ими снабжается большинство современных промышленных детекторных приемников и, в частности, приемник «Комсомолец». Его исполь-

зуют и радиолюбители в своих детекторных приемниках.

Основанием этого детектора является штепсельная вилка, внутри которой находится чашечка с впаянным в нее кристаллом кремния и латунная (или бронзовая) пружинящая пластинка (фиг. 117,*б*).



Фиг. 117. Кремниевый детектор
а — внешний вид; *б* — внутреннее устройство

Донышко чашечки с кристаллом помещается в отверстии верхней части вилки и соединяется с одной из ее контактных ножек. Пружинящая пластинка одним концом соединена со второй ножкой вилки, а другим концом прижимается к кристаллу. Контакт между кристаллом и пластинкой обладает детектирующим свойством и односторонней проводимостью электрического тока.

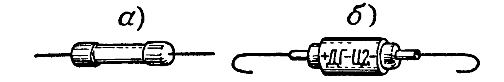
Чувствительная точка этого детектора устанавливается на заводе. Но если под влиянием сильных толчков или грозовых разрядов детектор станет работать хуже, его чувствительная точка может быть подобрана поворотом чашечки. Для этого в донышке чашечки имеется шлиц (углубление) для отвертки.

Этот тип детектора имеет ряд достоинств: у него весьма устойчива чувствительная точка, обеспечивающая достаточно громкую работу приемника, он удобен в обращении, а кристалл не пылится.

Детекторы с постоянной чувствительной точкой

Детектор, обладающий постоянной чувствительной точкой, был в свое время разработан Центральной военно-инженерной радиолабораторией (ЦВИРЛ), по имени которой он назывался — «цвитектором».

В настоящее время наша промышленность выпускает купроксные детекторы и так называемые германиевые диоды. Купроксный детектор (фиг. 118,*а*) представляет собой небольшую пластмассовую трубочку, внутри которой имеются две или несколько пар маленьких медных пластинок, покрытых с одной стороны закисью меди. Контакт между этими пластинками и обладает односторонней проводимостью тока.



Фиг. 118. Детекторы с постоянной чувствительной точкой.

Германиевый диод представляет собой керамическую трубку, с одного конца которой впрессован металлический фланец с иглой из вольфрамовой проволоки, а с другого кристаллодержатель с маленьким кристаллом германия. Соприкасающиеся вольфрамовая игла и кристалл образуют пару, обладающую односторонней проводимостью тока, т. е. детектор. Германиевые диоды выпускаются нескольких типов (ДГ-Ц1, ДГ-Ц2 и т. д.). Любой из них может быть использован как детектор.

Основное достоинство купроксного и германиевого детекторов заключается в том, что чувствительная точка этих детекторов постоянна и никогда не «сбивается». Они монтируются непосредственно в приемнике с помощью двух проволочек, выходящих с их концов.

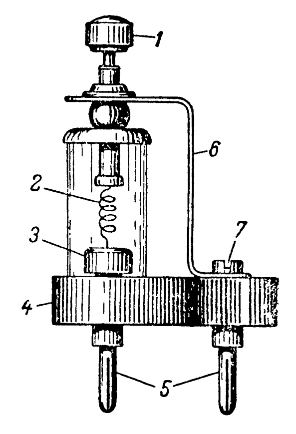
Чувствительность купроксных детекторов обычно несколько ниже чувствительности детекторов с кристаллами кремния и галеновых. Поэтому громкость работы приемника с купроксным детектором в большинстве случаев несколько слабее, чем с другими детекторами.

Чувствительность германиевых детекторов не хуже чувствительности кремниевых и галеновых детекторов.

Галеновый детектор

Галеновый детектор — детектор с кристаллом искусственного свинцового блеска — в свое время был наиболее популярным и использовался во всех детекторных приемниках. В настоящее время наша промышленность такие детекторы не выпускает. Несмотря на это, мы расскажем об устройстве галеновых детекторов потому, что они могут встретиться радиолюбителям.

На фиг. 119 изображена закрытая конструкция галенового детектора, смонтированного на изолирующей колодке, снабженной пружинящими контактными ножками для вставления его в гнезда приемника. Он снабжен стеклянным колпачком, защищающим кристалл от пыли.



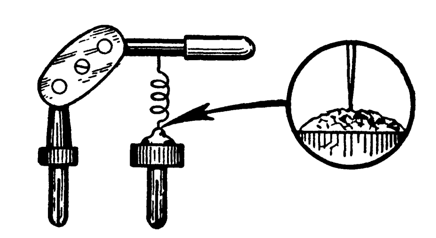
Фиг. 119. Галеновый детектор закрытого типа.

На фиг. 119 обозначены: *1* — ручка для передвижения спиральной (стальной, серебряной или медной) пружинки *2* и ее острия для нахождения на кристалле чувствительной точки; *3* — чашечка с кристаллом; *4* — изолирующая колодка; *5*—контактные ножки; *6*—пружинящая пластинка, сжимающая все части детектора; *7* — винт, удерживающий пластинку *6*.

Уход за таким детектором несложен. Если поверхность кристалла со временем потеряла детектирующие свойства, то детектор разбирают, отвинчивая винт *7*; при этом части детектора легко разъединяются. Далее отвинчивается чашечка, зажимающая кристалл. Кристалл можно повернуть и зажать неработающей стороной, поскоблить острием ножа, а если имеется новый, — заменить.

Кристалл не должен загрязняться, поэтому брать его можно только тщательно вымытыми руками, а еще лучше совсем не прикасаться к нему руками, беря его чистыми щипчиками (пинцетом) или кончиками ножниц. Что касается пружинки, то ее конец нужно поддерживать хорошо заостренным, срезая его наискось острыми ножницами.

Теперь познакомимся с открытой конструкцией галенового детектора (фиг. 120). Он состоит из чашечки со впаянным кристаллом и



Фиг. 120. Галеновый детектор открытого типа.

рычажка со стальной спиралью, имеющих контактные ножки. Недостаток такого детектора заключается в том, что его кристалл быстро трязнится от пыли и от случайных прикосновений руками. От этого действие детектора ухудшается.

Кристалл галенового детектора открытого типа рекомендуется время от времени протирать ваткой, смоченной в спирте или чистом бензине. Смену кристалла производят путем расплавления сплава, которым кристалл впаян в чашечку, нагревая чашечку в кипящей воде. Вынув кристалл, его можно разломить или осторожно разбить и впаять обратно в чашечку так, чтобы его свежая поверхность, получившаяся при изломе, была обращена вверх.

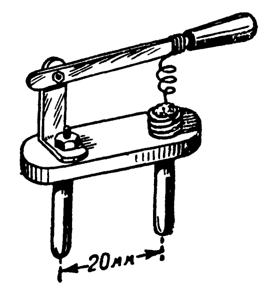
Как сделать купроксный детектор

Кусочек медной проволоки диаметром 3—5 *мм* и длиной 20—30 *мм* зачистите до блеска мелкой наждачной бумагой и накалите его докрасна на спиртовке, газовой горелке или на примусе. На ней образуется тонкий слой окиси. Затем накаленную проволочку быстро опустите в нашатырный спирт. После этого один конец проволоки осторожно зачистите на длину 5—6 *мм*, чтобы снять слой окиси, и прикрутите к зачищенному концу тонкую медную проволочку. Второй конец, не зачищая, обмотайте другой медной проволочкой. Эти проволочки будут выводами детектора.

Изготовить хороший детектор с первого раза не всегда удается. Поэтому советуем изготовить несколько таких детекторов и отобрать из них тот, который даст наилучшую громкость приема.

Самодельный кристаллический детектор

Простая конструкция самодельного кристаллического детектора показана на фиг. 121. Основанием его служит колодочка, выпиленная из прочного изоляционного материала — эбонита, текстолита, фибры или из сухой фанеры. Ее длина 37—40 *мм*, ширина 12—15 *мм*, толщина 3—5 *мм*. Углы колодочки следует закруглить и просверлить в ней два отверстия для ножек от штепсельной вилки. Расстояние между центрами отверстий должно быть 20 *мм*. К одной ножке, под гайку, укреплена чашечка для кристалла, свитая из медной проволоки диаметром 1—1,5 *мм*. В чашечку плотно вставлен кристалл, обернутый фольгой.



Фиг. 121. Конструкция самодельного кристаллического детектора.

Рычажок состоит из двух полосок, вырезанных из любого металла, толщиной 1—1,5 *мм*. Стойка рычажка в нижней части согнута под углом и имеет отверстие, через которое она укреплена на контактной ножке под гайку. Обе части рычажка скреплены болтиком. Часть рычажка, к которой крепится спираль и на которую надевается деревянная ручка, должна быть спилена по краям напильником и заточена. Это необходимо для того, чтобы ручка при ее надевании не трескалась и хорошо держалась. Перед сборкой детектора все его части нужно хорошо отшлифовать мелкой наждачной бумагой.

Спираль свивают из стальной балалаечной или гитарной струны на гвозде. Конец спирали, соприкасающийся с поверхностью кристалла, должен быть совершенно острым. Его рекомендуется предварительно расплющить молотком, а потом срезать наискось ножницами.

Рычажок должен опускаться и подниматься свободно и в то же время удерживаться в нужном положении. При этом спираль не должна пружинить, а только слегка прикасаться к поверхности кристалла.

Самодельный кристалл свинцового блеска

Для изготовления искусственного кристалла свинцового блеска (галена) потребуется чистый свинец, сера в порошке (так называемый серный цвет; головки от спичек не пригодны) и пробирка.

Прежде всего нужно приготовить свинцовые опилки. Для этого кусок свинца наскоблите ножом или напилите крупным напильником. Свинцовые опилки смешайте с серой. Примерная пропорция свинца и серы должна быть следующая: свинцовых опилок 20—30 *г*, серы 5—8 *г*. Если нет весов, можно смешивать порции, равные по объему, например, 1 наперсток свинцовых опилок и столько же серы. Смесь насыпьте в стеклянную пробирку и слегка утрамбуйте деревянной палочкой. Затем пробирку прогревайте на слабом огне спиртовки, керосинки или примуса (это нужно делать на воздухе или в каком-либо нежилом помещении). Чтобы не обжечь пальцы руки, к пробирке приделайте проволочную ручку (фиг. 122). Пробирку нужно нагревать вначале на некотором расстоянии от огня, а затем, когда сера расплавится, поднести пробирку ближе к огню. Когда смесь вспыхнет и накалится, снимите пробирку с огня и, держа в вертикальном положении, дайте ей постепенно остыть.

Кристалл можно достать, только разбив пробирку.

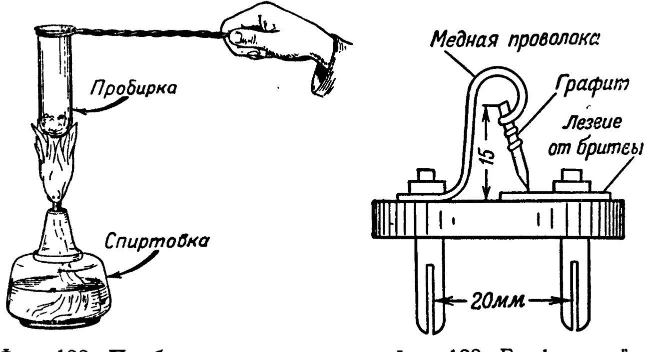
Получившаяся масса похожа на шлак. В местах излома она имеет блестящую зернистую поверхность. Эта чистая, блестящая часть кристалла и обладает хорошими детекторными свойствами.

Заметим, что с первого раза не всегда удается получить кристалл хорошего качества. Если, например, нагрев пробирки производить на сильном огне, пробирка может лопнуть, а масса свинца с серой сгорит. Отчаиваться при неудаче не следует, и опыт надо повторить еще раз.

Графитовый детектор

Предлагаем нашим читателям еще одну, простую конструкцию так называемого г р а ф и т о в о г о детектора. Его детекторную пару образуют графит от простого (не химического) карандаша длиной 15—20 *мм* и кусочек стального (незаржавевшего) лезвия от безопасной бритвы (фиг. 123).

Колодочка детектора выпиливается из прочного изоляционного материала точно так же, как и для описанного выше кристаллического



Фиг. 122. Пробирку со смесью серы и свинцовых опилок подогревают на огне.

Фиг. 123. Графитовый детектор.

детектора. Небольшой кусочек лезвия от безопасной бритвы зажимается под гайку одной ножки. Остро заточенный конец графита от карандаша должен соприкасаться с поверхностью лезвия и соединяться медной проволокой с другой ножкой детектора. Для этого графит обматывают 3—4 раза голой медной проволокой, изгибают ее петлей и свободный конец поджимают под гайку. Длина петли должна быть достаточной для того, чтобы острие графита можно было устанавливать на любую точку лезвия и тем самым находить чувствительную точку детектора.

Графитовый детектор работает вполне удовлетворительно. Недостатками его являются малая устойчивость чувствительной точки и необходимость частой заточки острия графита.

Этой беседой мы заканчиваем знакомство наших юных радиолюбителей с наиболее простыми детекторными приемниками и их деталями.

Советуем прочитать:

А. Д. Батраков и С. Кин, Элементарная радиотехника (Массовая радиобиблиотека), ч. 1, Госэнергоиздат, 1951.

А. Ф. Беляев и В. Н. Логинов, Кристаллические детекторы и усилители (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1953.

Беседа пятнадцатая

ЭКСКУРСИЯ В ЭЛЕКТРОТЕХНИКУ

В предыдущих беседах мы старались объяснить действия детекторного приемника без значительного углубления в электротехнику.

Изучение и постройка радиоприемников и усилителей низкой частоты, в которых используются электронные лампы, требуют более глубокого знакомства с электротехникой. Поэтому нам сейчас нужно совершить экскурсию в электротехнику.

Источники электрической энергии

Любой источник электрического тока — гальванический элемент или гальваническая батарея, аккумулятор, электрическая машина переменного или постоянного тока — нужно рассматривать как преобразователь энергии какого-либо вида в электрическую энергию.

Энергией движения воды многих больших и малых рек, преобразованной электростанциями в электрическую энергию, мы пользуемся уже давно. Во многих местах нашей необъятной страны электрическую энергию получают из энергии тепла, образующейся при сжигании угля, нефти, из энергии движения воздуха — ветра — и даже из энергии тепла солнца.

В нашей стране впервые в мире построена электростанция, преобразующая атомную энергию в энергию электрического тока.

Гальванические элементы

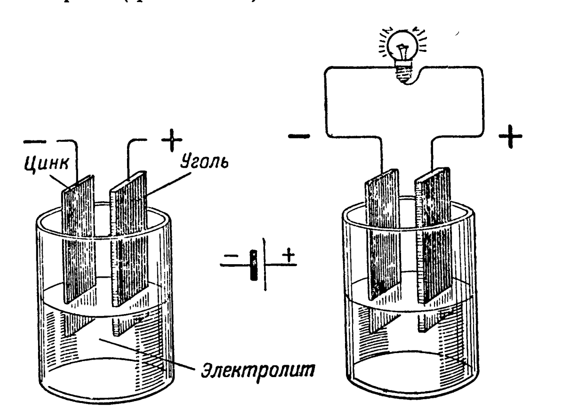
Наиболее простыми по устройству источниками постоянного электрического тока являются гальванические элементы. Они бывают различных типов. Есть, например, элементы, состоящие из угольных и цинковых пластинок, помещенных в банки с раствором нашатыря (фиг. 124). Пластинки называют электродами или полюсами элемента, а раствор — электролитом. В результате химического воздействия электролита на цинковую пластинку этот электрод оказывается заряженным отрицательно, а угольный электрод — положительно.

Попутно заметим, что существует некоторая несогласованность в условных обозначениях полюсов элемента на схемах. В технической литературе отрицательный полюс обычно обозначают короткой и толстой линией, а положительный — длинной и тонкой (фиг. 124), в то время как в учебниках физики и некоторых других книгах полюсы обозначают наоборот: тонкой длинной линией — отрицательный, а короткой толстой — положительный. Мы будем придерживаться первого обозначения.

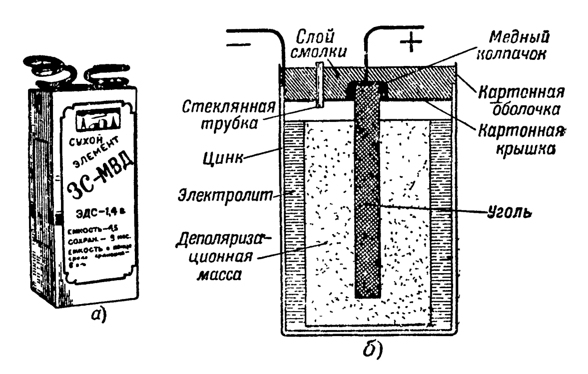
Продолжим прерванный рассказ о гальванических элементах.

Если электроды элемента соединить между собой, например, через лампочку накаливания с помощью проводников (фиг. 124), то между ними создастся «мост», по которому электроны устремятся от отрицательно заряженного электрода через проводники и лампочку к положительно заряженному электроду. Образуется замкнутая электрическая цепь, лампочка зажжется. Химическая реакция будет происходить непрерывно и в цепи будет движение электронов, т. е. будет течь постоянный ток до тех пор, пока не истощится электролит или под действием этой реакции не разрушатся электроды.

На фиг. 125 показаны внешний вид и внутреннее устройство так называемого сухого элемента стаканчикового типа. В нем имеется цинковая коробка прямоугольной или круглой формы, которая служит отрицательным электродом элемента. Внутри коробки помещен



Фиг. 124. Простейший гальванический элемент.



Фиг. 125. Сухой элемент.

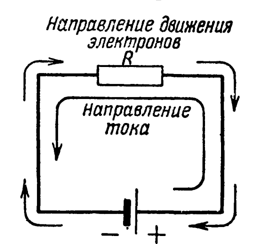
а — внешний вид; б — внутреннее устройство.

круглый угольный стержень — положительный электрод. Цинковая коробка сухого элемента заполнена электролитом — раствором нашатыря, в который добавлен крахмал или мука. Они придают электролиту вид пасты, делают его непроливающимся. Вследствие происходящих в элементе химических реакций он является источником постоянного тока. Во время этих реакций происходит химическое растворение (разрушение) цинка электролитом, изменение химического состава электролита, а также разложение воды, входящей в электролит. Получающийся вследствие разложения воды водород образует мельчайшие пузырьки на поверхности угольного электрода. Когда этих пузырьков скопляется много, они образуют как бы газовую пленку, препятствующую прохождению электрического тока от электролита к углю. Это явление носит название поляризации элемента и является вредным. Чтобы элемент продолжительное время мог нормально работать, необходимо каким-либо способом непрерывно уничтожать эти пузырьки водорода или, как говорят, осуществлять деполяризацию элемента. С этой целью угольный электрод сухого элемента помещается в мешочек из ткани, заполненный деполяризатором — спрессованной массой, в которую входит перекись марганца. Перекись марганца содержит в себе большое количество кислорода, который легко вступает в химическое соединение со скопившимся на поверхности угля водородом. В результате этой реакции газовая пленка исчезает и снова образуется вода. Такие элементы называют сухими элементами с марганцевой деполяризацией.

Цинковая коробка сухого элемента стаканчикового типа заключается в картонную оболочку, пропитанную изоляционным составом, сверху она закрывается картонной крышкой и заливается смолкой. Чтобы положительный и отрицательный электроды не соединялись между собой, на дне коробки имеется изоляционная прокладка. Сквозь смолку проходит тонкая стеклянная трубочка для выхода газов, выделяющихся вследствие химических реакций. Выводы от электродов делают гибкими изолированными проводниками. На картонную оболочку наклеивают этикетку с указанием типа (названия) элемента и его основных электрических данных.

Электрическая цепь и направление тока

Электрической цепью называют замкнутую цепь, состоящую из источника тока, нагрузки — потребителя тока — и соединительных проводников. Она разделяется на внешнюю и внутреннюю цепи. К внешней цепи относится все, что присоединяется к полюсам (выводам, зажимам) источника тока, т. е. соединительные проводники и потребители электроэнергии, а к внутренней — часть электрической цепи, заключенная внутри источника тока. Мы уже говорили, что электроны движутся от отрицательного полюса источника тока к положительному. Но в то же время принято считать, что электрический ток идет от положительного полюса к отрицательному (фиг. 126). Такое разногласие объясняется тем, что направление тока от положительного полюса к отрицательному, т. е. обратное направлению движения электронов, было принято еще тогда, когда люди сравнительно мало знали об электричестве. Это условное понятие о направлении тока сохранилось в электротехнике и до сих пор.



Фиг. 126. Направление движения электронов и тока во внешней цепи (потребитель тока условно обозначен в виде сопротивления R).

Но дело, в конце концов, не в условностях, а в понимании сущности явлений, происходящих в электрических и радиотехнических цепях и приборах.

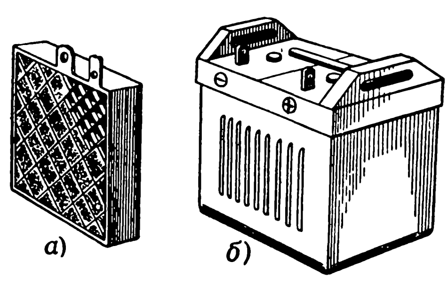
Аккумуляторы

В качестве источников постоянного тока применяются также аккумуляторы (их называют иногда вторичными элементами). Они служат для накапливания электрической энергии, получаемой от других источников тока. Их «заряжают» электроэнергией, приключая к электросетям постоянного тока, динамомашинам или к выпрямителям (устройствам, преобразующим переменный ток в постоянный). Различают кислотные (свинцовые) и щелочные аккумуляторы.

Основными частями кислотного аккумулятора являются: положительный электрод, представляющий собой несколько решетчатых свинцовых пластин, ячейки которых заполнены двуокисью свинца; отрицательный электрод, представляющий собой несколько решетчатых пластин с губчатым свинцом; эбонитовый, пластмассовый или стеклянный бачок (сосуд), в который помещены пластины. Пространство между пластинами аккумулятора заполнено электролитом — раствором серной кислоты в дистиллированной воде. В верхней части бач-

ка аккумулятора имеются отверстия для полюсных выводов и для заливки электролита.

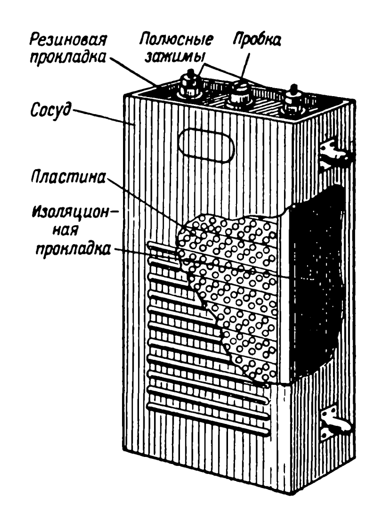
Пластина и внешний вид кислотного аккумулятора показаны на фиг. 127.



Фиг. 127. Пластина (*а*) и внешний вид (*б*) кислотного аккумулятора.

Во избежание соприкосновения положительных и отрицательных пластин между ними помещаются прокладки — сепараторы из решетчатого эбонита, стеклянного войлока, полихлорвинила (род пластмассы) или дерева.

Щелочной аккумулятор (фиг. 128) представляет собой стальной никелированный сосуд, внутри которого помещены положительные и отрицательные пластины, состоящие из «ламелей» (пакетов). Положительные ламели



Фиг. 128. Щелочный аккумулятор.

сделаны из стальной никелированной продырявленной ленты и содержат внутри «начинку», состоящую из гидрата окиси никеля с добавлением 20% графита. Перфорированная лента отрицательных пластин не отникелирована.

Щелочные аккумуляторы бывают двух типов: кадмиево-никелевые и железо-никелевые. Лучшими из них являются кадмиево-никелевые.

«Начинка», содержащаяся внутри отрицательных пластин кадмиево-никелевых аккумуляторов, состоит из смеси порошкообразного кадмия, железа и их окислов, а железо-никелевых аккумуляторов — из порошкообразной смеси железа и его окислов с небольшой добавкой окиси ртути или других специальных веществ.

Одноименные пластины свариваются между собой посредством «мостиков», к которым приварены выводные зажимы, выходящие своими верхними концами через эбонитовые втулки поверх крышки аккумулятора.

Для заливки электролита в крышке аккумуляторного сосуда имеется отверстие с завинчивающейся пробкой. Пробка имеет два отверстия и резиновое кольцо, прикрывающее эти отверстия. Кроме того, пробка имеет резиновый сальник, обеспечивающий уплотнение между пробкой и крышкой аккумуляторного сосуда. Такая конструкция пробки обеспечивает выход из аккумулятора газов, получающихся вследствие происходящих в нем химических процессов, в то же время не допуская вытекания электролита при опрокидывании аккумулятора.

Два или большее число гальванических элементов или аккумуляторов, соединенных вместе, называются аккумуляторной батареей.

Существуют еще и другие источники постоянного тока. Но так как большинство наших юных читателей не будет сталкиваться с ними вплотную, о них мы здесь говорить не будем.

Электродвижущая сила, разность потенциалов и напряжение

Электрический ток может существовать в электрической цепи только тогда, когда на содержащиеся в ее проводниках свободные электроны действует какая-либо сила, заставляющая их перемещаться по цепи. Причиной возникновения этой силы может быть, например, химическая реакция, происходящая в гальваническом элементе или аккумуляторе, к которому подключена цепь. Такая сила носит название электродвижущей силы (сокращенно э. д. с.).

На полюсах (выводах) гальванического элемента вследствие химической реакции возникают, как говорят, электрические потенциалы (заряды): на одном зажиме получается положительный потенциал, характеризуемый «недостатком» электронов, а на другом отрицательный, характеризуемый «избытком» электронов. Следовательно, на полюсах элемента получаются отличающиеся друг от друга заряды (потенциалы). В этом случае говорят,

что между зажимами существует разность потенциалов.

Электродвижущая сила, а также и разность потенциалов измеряются в особых единицах, именуемых вольтами (сокращенно пишут *в*). Пока к элементу не подключена внешняя цепь, т. е. элемент не дает тока, разность потенциалов между полюсáми элемента равна создаваемой им электродвижущей силе.

Новый, т. е. недавно выпущенный с завода и не бывший в употреблении, сухой гальванический элемент, дает э. д. с. около 1,5—1,6 *в*. При подключении к элементу внешней цепи часть э. д. с. теряется на внутренней цепи элемента и разность потенциалов между его зажимами (выводами) делается меньше электродвижущей силы — около 1,4 *в*. По мере израсходования энергии элемента разность потенциалов уменьшится. Элемент считается негодным для дальнейшего применения (разряженным), когда разность потенциалов на его зажимах при нагрузке на внешнюю цепь снизится до 0,7 *в*.

Разность потенциалов на практике чаще называют электрическим напряжением или просто напряжением. Говорят, например, что «на зажимах нового сухого элемента получается напряжение 1,4 *в*» или что этот элемент «дает во внешнюю цепь (на нагрузку) напряжение 1,4 *в*».

Иногда напряжение в цепи сравнивают с напором воды в трубе. Действительно, чем больше напор, тем быстрее вода течет по трубе, а чем большее напряжение дает элемент, тем стремительнее электроны будут двигаться по электрической цепи.

Отметим, что кислотный аккумулятор сразу после его заряда дает большее напряжение, чем сухой элемент, а именно 2,1 *в*. По мере израсходования запасенной в аккумуляторе энергии его напряжение уменьшается. Когда оно сделается равным 1,8 *в*, аккумулятор считается разряженным — его снова нужно заряжать.

Свежезаряженный щелочной аккумулятор имеет напряжение около 1,35 *в*. При разрядке оно быстро падает до 1,25 *в* и долго держится около этой величины. Когда напряжение, даваемое щелочным аккумулятором снизится до 1,0—1,1 *в*, его считают разрядившимся.

Кроме упомянутой нами единицы электродвижущей силы и разности потенциалов напряжения — вольт, применяется более крупная единица — киловольт (пишут *кв*), соответствующая 1 000 *в*, и более мелкая единица — милливольт (пишут *мв*), равная 0,001 *в*.

Напряжение измеряют вольтметрами, милливольтметрами или киловольтметрами, они подключаются параллельно источнику тока, т. е. к его зажимам (фиг. 129) или к концам проводника или сопротивления, на которых необходимо узнать напряжение.

В формулах напряжение обозначают латинской буквой U.

Величина, или сила, тока в замкнутой электрической цепи определяется числом электронов, проходящих через поперечное сечение цепи в течение одной секунды, подобно тому как определяется количество воды, проходящее по трубам. Так, например, через поперечное сечение нити накала горящей лампочки карманного фонаря ежесекундно проходит около 2 000 000 000 000 000 000 электронов. Но определять величину тока по количеству проходящих электронов невозможно хотя бы потому, что они невидимы. Но если бы даже мы смогли их увидеть, нам было бы очень трудно иметь дело с большими числами, выражающими количества электронов.

Судить о величине электрического тока практически можно только по тем явлениям, которые он вызывает, а именно: по нагреву проводника, по которому идет ток, по интенсивности электромагнитного поля или по характеру химической реакции в растворах, через которые пропускают ток. Чем больше величина тока, тем значительнее проявляются его магнитные, тепловые и химические свойства.

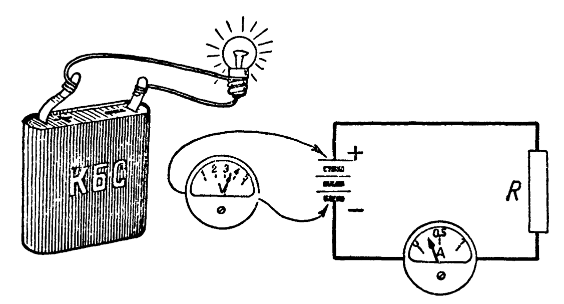
За единицу электрического тока принят ампер (сокращенно пишут *а*). Если через поперечное сечение проводника за одну секунду проходит 6 250 000 000 000 000 000 электронов, ток в этом проводнике равен по величине одному амперу.

Наряду с ампером применяются более мелкие единицы: миллиампер (пишут *ма*), равный 0,001 *а*, и микроампер (пишут *мка*), равный 0,000001 *а*, или 0,001 *ма*. Следовательно, 1 *а* содержит 1 000 *ма*, или 1 000 000 *мка*.

Заметим, что слово «ток» в электротехнике и в радиотехнике имеет два значения. Во-первых, оно обозначает явления движения электронов в проводнике, а, во-вторых, служит для оценки количества электричества (количества электронов), проходящего по проводнику в какой-либо промежуток времени. Говорят: «большой ток», «малый ток», «ток в 1 *а*», «ток в 100 *а*» и т. д.

В математических формулах ток обозначают латинской буквой I.

Ток измеряют приборами, называемыми амперметрами, миллиамперметрами или микроамперметрами. Они включаются в электрическую цепь последова-



Фиг. 129. Амперметр (*A*) включают последовательно в цепь, а вольтметр (*V*) — параллельно источнику тока.

тельно с потребителем тока (см. фиг. 129), т. е. в разрыв цепи. Каждый из этих измерительных приборов рассчитан на величину тока не больше некоторой определенной. Прибор нельзя включать в цепь, где ток превышает эту величину, иначе прибор испортится.

Сопротивление

Любой проводник всегда оказывает сопротивление (противодействие) движению электронов по нему. Это сопротивление различно у разных материалов и зависит от количества содержащихся в них свободных электронов.

Наименьшее сопротивление току (движению электронов) оказывают металлы, причем серебро и медь оказывают меньшее сопротивление току, чем сталь (железо), алюминий, никелевые, хромовые сплавы и др. Кислоты, щелочи, растворы солей, которые, как нам известно, также являются проводниками, оказывают току большее сопротивление, чем металлы. Некоторые вещества (материалы), как, например, фарфор, слюда, эбонит, бумага, смолы, лаки, масло, оказывают току настолько большое сопротивление, что электроны через них практически не могут пройти. Поэтому такие вещества и называют н е п р о в о д н и к а м и или и з о л я т о р а м и. Однако при некоторых условиях и изоляторы могут сделаться проводниками тока. Вещества, которые проводят ток, но плохо, называют п о л у п р о в о д н и к а м и.

Наряду с понятием «сопротивление» пользуются еще понятием «проводимость». Проводимость — это величина, обратная сопротивлению. Чем лучше проводимость, тем меньше сопротивление вещества.

Итак, сопротивление зависит от материала проводника.

Но это еще не все. Сопротивление зависит еще и от размеров проводника. Толстый проводник обладает меньшим сопротивлением, тонкий — бóльшим; короткий проводник имеет меньшее сопротивление, длинный — бóльшее, так же как широкая и короткая труба легче пропускает воду, чем тонкая и длинная. Кроме того, сопротивление зависит от температуры проводника.

Для выражения электрического сопротивления какого-либо проводника, электрической цепи или ее участка и даже для изолятора принята электрическая единица сопротивления — *ом*.

За 1 *ом* сопротивления принято сопротивление такого проводника, в котором напряжение в 1 *в* создает ток в 1 *а*. Сопротивлением в 1 *ом* обладает ртутный столбик длиной в 106,3 *см* и сечением в 1 *мм*^{2} при температуре 0°.

Чтобы не иметь дела с большими числами, характеризующими величину сопротивления проводника, в необходимых случаях пользуются более крупными единицами сопротивления: к и л о о м (пишут *ком*), равный 1 000 *ом*, и м е г о м (пишут *мгом*), равный 1 000 000 *ом*.

Сопротивление электрической цепи (или ее участка) измеряют специальным прибором — омметром, действие которого основано на измерении проходящего через него тока.

В учебниках физики и ряде других книг приводятся таблицы удельных сопротивлений веществ и формулы для вычисления сопротивлений проводников. С их помощью наши читатели сумеют определить сопротивление любой проволоки, растворов солей и изоляторов.

Индуктивность

В цепи переменного тока на величину тока влияет не только сопротивление проводника, определяемое свойствами материала, из которого он сделан, но и его индуктивность.

Как мы уже знаем, она оказывает препятствие (сопротивление) переменному току тем большее, чем она больше и чем больше частота тока. Поэтому в цепях переменного тока различают так называемое активное сопротивление, определяемое свойствами материала проводника, и индуктивное, или реактивное, сопротивление, определяемое индуктивностью цепи.

Прямой проводник обладает сравнительно небольшой индуктивностью. Но если проводник свернуть в катушку, его индуктивность увеличится. При этом увеличится и сопротивление цепи переменному току; ток в этой цепи будет меньше.

Единицей индуктивности является г е н р и (сокращенно *гн*). Индуктивностью в 1 *гн* обладает такая катушка, у которой при изменении тока на 1 *а* в течение 1 сек. развивается э. д. с. самоиндукции, равная 1 *в*. Этой единицей пользуются для определения индуктивности

катушек, которые включаются в цепи токов низкой частоты. Однако в радиотехнической практике единица индуктивности 1 *гн* часто бывает слишком большой. Индуктивность катушек, используемых для настройки приемника, определяют тысячными долями генри, называемыми миллигенри (пишут *мгн*) или еще в тысячу раз меньшей единицей — микрогенри (*мкгн*).

Закон Ома

Итак, электрическая цепь характеризуется: напряжением источника тока, питающего эту цепь, сопротивлением цепи и величиной тока, зависящей от первых двух величин.

Зависимость величины тока от напряжения и сопротивления выражается следующим законом: ток в цепи прямо пропорционален напряжению, действующему в цепи, и обратно пропорционален ее сопротивлению.

Это — один из основных законов электротехники, называемый законом Ома. Математически его можно записать в виде трех формул:

$$I = \frac{U}{R}; \quad R = \frac{U}{I}; \quad U = IR,$$

где I — ток в амперах;

U — напряжение в вольтах;

R — сопротивление в омах.

Этот закон справедлив не только для всей цепи, но и для любого участка ее.

Используя приведенные формулы, можно всегда по двум известным величинам узнать неизвестную третью. Отметим, что этими формулами можно пользоваться для цепи с постоянным током, а также и для цепи с переменным током, если индуктивность ее очень мала.

Решим теперь несколько примеров.

Пример первый. Напряжение на концах цепи составляет 25 *в*. Сопротивление этой цепи равно 5 *ом*. Узнать величину тока в цепи.

$$I = \frac{U}{R} = \frac{25}{5} = 5 \ a.$$

Пример второй. На концах цепи действует напряжение 120 *в*; при этом в цепи идет ток, равный 20 *ма*. Узнать сопротивление этой цепи. Прежде чем решать этот пример, нужно величину тока 20 *ма* выразить в амперах. Это будет 0,02 *а*. Следовательно,

$$R = \frac{U}{I} = \frac{120}{0{,}02} = 6\,000 \ ом, \text{ или } 6 \ ком.$$

Пример третий. Через участок цепи, сопротивление которого составляет 10 *ком*, течет ток величиной в 2 *ма*. Каково напряжение, действующее на этом участке цепи? Здесь также сопротивление должно быть выражено в омах (10 *ком* = 10 000 *ом*), а ток — в амперах (2 *ма* = 0,02 *а*). Тогда:

$$U = IR = 0{,}02 \cdot 10\,000 = 200 \ в.$$

Кто внимательно рассматривал лампочку от карманного фонаря, тот, вероятно, заметил на ее цоколе надпись: 3,5 *в*, 0,28 *а*. Эти цифры говорят, что лампочка будет нормально гореть при напряжении на концах ее нити 3,5 *в* и при этом через нее пройдет ток 0,28 *а*.

Пользуясь приведенной выше формулой, можно узнать, каким сопротивлением обладает накаленная нить лампочки включенного фонарика:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{3{,}5}{0{,}28} = 12{,}5 \ ом.$$

Заметим, что сопротивление остывшей нити значительно меньше.

Решим еще один пример: какое сопротивление надо включить в цепь, чтобы величина тока в этой цепи была 0,5 *а*? При этом известно, что напряжение в цепи будет 300 *в*. В этом случае

$$R = \frac{U}{} = \frac{300}{0{,}5} = 600 \ ом.$$

При простейшем расчете электрической цепи часто не учитывают сопротивление соединительных проводников и, кроме того, внутреннее сопротивление источника тока. Такое упрощение расчета обычно допустимо в тех случаях, когда нагрузка (потребитель электроэнергии лампочки, нагревательный прибор и т. п.) присоединяется к источнику тока довольно короткими проводниками, имеющими очень маленькое сопротивление по сравнению с сопротивлением нагрузки. Источник тока также имеет обычно небольшое сопротивление. Поэтому их сопротивления можно и не принимать во внимание.

Мощность тока

На нагревание проводника током, на работу электромагнита, на работу электрического двигателя, на зарядку аккумулятора, для свечения лампочки накаливания, для нагрева электропаяльника и т. д. всегда затрачивается электроэнергия. Затрату электроэнергии в каждое данное мгновение оценивают единицами мощности тока — ваттами (пишут *вт*). В формулах мощность обозначают латинской буквой P. Электрическую мощность в ваттах получают умножением напряжения, выраженного в вольтах, на ток, выраженный в амперах, т. е.

$$P = UI.$$

Если, например, источник электрического тока с напряжением в 2 *в* создает в цепи ток в 1 *а*, то мощность будет:

$$P = UI = 2 \cdot 1 = 2 \text{ вт}.$$

По этой же формуле можно высчитать, например, мощность, потребляемую лампочкой накаливания от карманного фонаря, если умножить 3,5 *в* на 0,28 *а*; получаем около 1 *вт*.

Пользуясь видоизмененной формулой

$$I = \frac{P}{U},$$

можно узнать величину тока, протекающего через какой-то электрический прибор, если известны потребляемая им мощность и подводимое к нему напряжение.

Пример. Какова величина тока, идущего через электрический паяльник, если известно, что при напряжении сети 120 *в* он потребляет мощность 60 *вт*?

$$I = \frac{P}{U} = \frac{60}{120} = 0{,}5 \text{ а}.$$

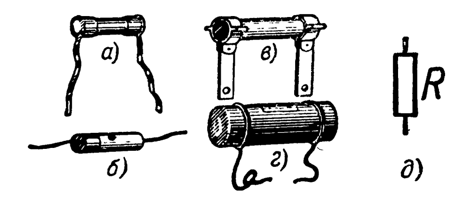
Если известна величина тока, проходящего по цепи, и ее сопротивление, но неизвестно напряжение, мощность в этой цепи можно вычислить по формуле

$$P = I^2R.$$

В электротехнике более употребительна единица мощности — киловатт (пишут *квт*), равная 1 000 *вт*.

Израсходованную энергию измеряют ватт-часами или киловатт-часами. Чтобы получить киловатт-часы или ватт-часы, нужно умножить мощность в киловаттах или ваттах на время в часах. Если электрическая цепь или прибор будет потреблять мощность тока в 0,5 *квт* в течение 2 часов, то расход энергии составит $0{,}5 \cdot 2 = 1$ киловатт-час. 1 киловатт-час будет также израсходован, если в течение часа в цепи будет действовать мощность в 1 *квт*, 4 киловатта в течение $^1/_4$ часа и т. д.

При работе с аккумуляторами и элементами говорят о их электрической емкости, которая выражается в ампер-часах. Емкость аккумулятора выражается произведением величины тока, потребляемого от него электрической цепью или прибором (разрядного тока), выраженного в амперах, на длительность его работы в часах. Если говорят: емкость аккумулятора 40 ампер-часов — это значит, что от него можно расходовать ток в 1 *а* в течение 40 часов, или ток 4 *а* в течение 10 часов и т. д.



Фиг. 130. Постоянные сопротивления.
а — типов ВС и МЛТ; *б* — типа ТО; *в* — типа СС; *г* — остеклованные; *д* — обозначение постоянных сопротивлений на схемах.

Постоянные сопротивления

В радиоприемниках, усилителях и в другой радиоаппаратуре широко применяются для различных цепей детали, носящие название сопротивлений. Если электрическая величина сопротивления постоянна, т. е. не может изменяться, его называют постоянным сопротивлением.

Нам придется иметь дело с постоянными сопротивлениями разнообразных конструкций и различных величин — от нескольких *ом* до нескольких *мегом*. Они бывают проволочные и непроволочные.

Наиболее распространены в радиоаппаратуре постоянные непроволочные сопротивления (см. фиг. 130,*а*, *б* и *в*). Выпускаются они разных размеров. Чем больше длина и диаметр такого сопротивления, тем больший ток через него можно пропустить, т. е. тем большую мощность допустимо на нем выделить или, как говорят, рассеять (поскольку электрическая мощность, получающаяся на сопротивлении, превращается в тепло, которое рассеивается в окружающем пространстве). Чаще всего применяются в радиоаппаратуре постоянные непроволочные сопротивления, рассчитанные на рассеяние на них мощности в 0,25, 0,5 и 1 *вт*. Встречаются также непроволочные сопротивления на 2,5 и 10 *вт*. Соответственно эти сопротивления называют иногда четвертьваттными, полуваттными, одноваттными и т. д.

Из числа непроволочных в настоящее время наиболее распространены сопротивления типа ВС (фиг. 130,*а*). Получают все большее распространение и сопротивления типа МЛТ. Они очень похожи на сопротивления ВС, но при тех же размерах могут рассеивать большие мощности. Раньше выпускались сопротивления типа ТО (фиг. 130,*б*) и сопротивления СС и типа Каминского (фиг. 130,*в*)[1].

Сопротивления типов ВС и СС представляют собой фарфоровые трубочки, покрытые тонким токопроводящим слоем (углерода). Сопротивление ВС на мощность до 2 *вт* монтируется в приемник с помощью проводников,

[1] Сопротивления типа Каминского давно уже не выпускаются и поэтому встречаются в радиолюбительской практике весьма редко.

а сопротивления ВС большей мощности и сопротивления СС — с помощью латунных полосок, укрепленных на концах трубочек. Эти проводники, или полоски, являются выводами сопротивлений.

В сопротивлениях типа ТО токопроводящий слой нанесен на маленькую стеклянную трубочку, которая запрессована в пластмассу. Наружу выходят два проводника, которыми сопротивление соединяют с другими деталями приемника.

Величины сопротивлений типов ВС пишут на их трубочках, а величины сопротивлений типа СС и Каминского выштамповывают на их выводных полосках. Величины сопротивлений ТО обозначают так называемым условным «цветным кодом», но чаще пишут на защитных пластмассовых оболочках. Эти сопротивления сейчас не выпускаются.

Нужно отметить, что многие сопротивления ТО, а также и сопротивления Каминского с течением времени изменяют свою величину, особенно если они уже работали в радиоаппаратуре. Поэтому не всегда можно верить величине, обозначенной на старом сопротивлении.

В радиолюбительской практике применяют проволочные сопротивления величиной от нескольких *ом* до нескольких сотен *ом*. Чаще всего они имеют вид катушечек или трубочек, на которые намотана проволока, обладающая большим сопротивлением (никелиновая, нихромовая, константановая и др.). К числу проволочных сопротивлений относятся и так называемые остеклованные сопротивления (фиг. 130,*г*), представляющие собой фарфоровые трубочки с намотанной на них проволокой, покрытые сверху слоем стекла. В зависимости от их размеров они могут рассеивать мощность от нескольких ватт до нескольких десятков ватт.

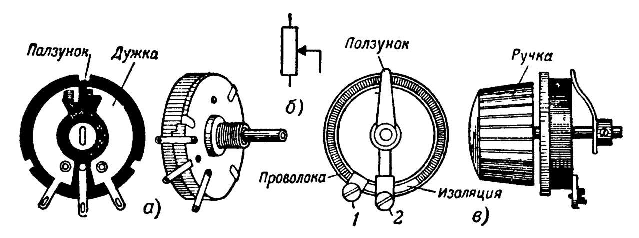
Переменные сопротивления

Конструкции сопротивлений, величина которых может изменяться, называют **переменным сопротивлением**. Точно так же как и постоянные, переменные сопротивления бывают проволочными и непроволочными и имеют самые различные величины.

Проволочные сопротивления чаще всего применяются для регулирования тока, например тока накала радиоламп батарейных радиоприемников, а непроволочные, главным образом, — для регулирования громкости и тембра звука в ламповых радиоприемниках. Переменное сопротивление, предназначенное для регулирования тока накала, называют **реостатом накала**.

Устройство и схематическое обозначение переменных сопротивлений показаны на фиг. 131.

Непроволочное переменное сопротивление (фиг. 131,*а*) состоит из корпуса, внутри которого укреплена дужка из изоляционного материала, покрытая тонким слоем вещества, обладающего большим сопротивлением. По поверхности этого слоя перемещается скользящий контакт ползунка. Ползунок скреплен с осью сопротивления. От концов токопроводящего



Фиг. 131. Переменные сопротивления.
а — непроволочное; *б* — условное обозначение переменных сопротивлений на схемах; *в* — проволочное сопротивление (реостат накала).

слоя на дужке и от скользящего контакта сделаны изолированные друг от друга выводы, через которые сопротивление включается в ту или иную цепь радиоприемника. В зависимости от положения скользящего контакта на дужке величина сопротивления участков между средним выводом (скользящим контактом) и крайними выводами плавно изменяется от наименьшей до наибольшей величины.

Некоторые непроволочные сопротивления имеют на своем корпусе выключатель, контакты которого в одном из крайних положений ползунка замыкаются или размыкаются. Его используют для включения и выключения питания радиоприемника.

Одна из конструкций проволочного переменного сопротивления — реостата — показана на фиг. 131,*б*. Он сделан из проволоки, обладающей большим сопротивлением, например никелиновой. Проволока намотана на полоску, вырезанную из изоляционного материала. Полоска с проволокой согнута в неполный круг и укреплена на основании реостата, также сделанного из изоляционного материала. Один конец проволоки поджат под пластинку с зажимом *1*. От зажима *2* идет металлическая полоска к центру основания, где соприкасается с осью, на которой укреплены металлический ползунок и ручка. При вращении ручки ползунок скользит по виткам проволоки. Проволока с одной стороны изоляционной полоски не доходит до пластинки *2*. Между пластинкой *2* и концом намотки остается небольшое расстояние.

Реостат включают в электрическую цепь зажимами *1* и *2*. Ток идет через зажим *1* по проволоке реостата, потом по ползунку и выходит через зажим *2*. Когда конец ползунка находится близко к зажиму *1*, в цепь включена меньшая часть проволоки — сопротивление небольшое. По мере передвижения ползунка к противоположному концу обмотки, т. е. к зажиму *2*, сопротивление реостата увеличивается. Когда же ползунок попадает на участок между концом обмотки и зажимом *2*, цепь размыкается.

Соединение сопротивлений

Сопротивления, независимо от их типов, точно так же как и конденсаторы, можно соединять между собой последовательно или параллельно.

При последовательном соединении сопротивлений (фиг. 132) сопротивление всей цепи увеличивается, оно равно сумме всех сопротивлений, включенных в эту цепь, т. е.:

$$R_{общ} = R_1 + R_2 + R_3 \text{ и т. д.}$$

Так, например (см. фиг. 132), если $R_1 = 15$ *ом*, а $R_2 = 35$ *ом*, то общее сопротивление цепи $R_{общ} = 15 + 35 = 40$ *ом*.

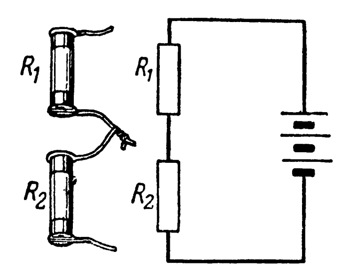
При параллельном соединении сопротивлений (фиг. 133) сопротивление цепи уменьшается: оно всегда меньше каждого отдельно взятого сопротивления и определяется по формуле:

$$R_{общ} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}.$$

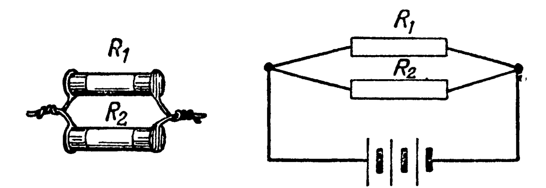
Пример. Допустим (см. фиг. 133), что $R_1 = 20$ *ом*, а $R_2 = 30$ *ом*; тогда общее сопротивление цепи $R_{общ}$ будет равно:

$$R_{общ} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{20 \cdot 30}{20 + 30} = 12 \text{ ом}.$$

Когда параллельно соединяют два одинаковых по величине сопротивления, тогда общее сопротивление будет равно половине величины одного из сопротивлений.



Фиг. 132. Последовательное соединение сопротивлений.



Фиг. 133. Параллельное соединение сопротивлений.

Влияние добавочного сопротивления цепи на ток

Как же дополнительное сопротивление, включенное в цепь, влияет на ток в ней? Это нетрудно выяснить на основе закона Ома: при последовательном включении в цепь дополнительного сопротивления ток, потребляемый от его источника, уменьшается, а при параллельном подключении сопротивления потребление тока увеличится. В первом случае наибольшее ослабление тока в цепи получается, когда в нее включается наибольшее сопротивление, а во втором случае ток больше всего увеличивается, когда сопротивление имеет самую малую величину.

При последовательном соединении сопротивлений ток одинаков во всех точках цепи. Можно включать амперметр в любую точку цепи и всюду он будет показывать одну величину. Это можно сравнить с течением воды в русле реки. Русло реки в различных участках может быть более широкое или узкое, глубокое или мелкое. Однако за определенный промежуток времени через каждый участок реки проходит одинаковое количество воды.

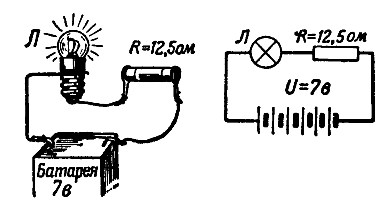
Когда же прибегают к последовательному включению сопротивлений? Тогда, когда необходимо ограничить ток в цепи или когда нужно уменьшить напряжение, подводимое от источника тока к основному его потребителю.

Разберем такой пример. Источник тока дает напряжение 7 *в*. Если к нему подключить лампочку от карманного фонаря, то нить накала перегорит. То же произойдет, если лампочку, рассчитанную на 127 *в*, включить в сеть напряжением 220 *в*. Почему? Потому что сопротивление нити накала лампочки от карманного фонаря рассчитано так, что при напряжении в 3,5 *в* через нее идет ток в 0,28 *а* (ее сопротивление в разогретом состоянии равно примерно 12,5 *ом*). Этот ток обеспечивает нормальный накал нити. При присоединении этой лампочки к источнику тока, дающему напряжение 7 *в*, через ее нить пойдет недопустимо для нее большой ток, произойдет перекал нити и она разрушится.

Но эту лампочку все же можно питать от 7-вольтовой батареи, если включить последо-

вательно добавочное сопротивление R величиной в 12,5 *ом*, как это показано на фиг. 134 (кружочком с двумя пересекающимися линиями внутри на схемах обозначают лампы накаливания).

В этом случае общее сопротивление цепи будет 12,5 *ом* (лампочка) + 12,5 *ом* (добавочное сопротивление) = 25 *ом*. При подключении



Фиг. 134. Добавочное сопротивление, включенное последовательно с лампочкой, ограничивает ток через нее.

к ней батареи с напряжением 7 *в* ток в этой цепи не превысит 0,28 *а*. В данном случае добавочное сопротивление ограничивает ток в цепи.

Сопротивление, включенное в цепь, можно рассматривать и как сопротивление, «гасящее» часть напряжения батареи. При включении добавочного сопротивления напряжение батареи будет приложено уже не к одному, а к двум последовательно соединенным сопротивлениям — к сопротивлению нити лампочки и добавочному сопротивлению R. В этом случае напряжение на нити лампочки составляет половину напряжения батареи. Вторая же половина ее напряжения падает (теряется) на сопротивлении R. Часть напряжения цепи, которое падает (или поглощается) на добавочном сопротивлении, будет тем больше, чем больше величина этого сопротивления. Это напряжение легко подсчитать по известной уже вам формуле

$$U = IR.$$

Здесь U — падение напряжения в вольтах;
I — ток в цепи в амперах;
R — величина добавочного сопротивления в омах.

Необходимую величину добавочного сопротивления также находят по одной из формул закона Ома:

$$R = \frac{U}{I}.$$

Здесь R — искомая величина добавочного сопротивления в омах;
U — напряжение, которое необходимо „погасить“, в вольтах;
I — ток в амперах, который должен быть в цепи.

Пример. Нить накала лампы рассчитана на ток 60 *ма* (0,06 *а*) при напряжении 2 *в*. Имеем батарею, дающую напряжение $U = 3$ *в*. Какое сопротивление надо включить последовательно с нитью лампы, чтобы она нормально накаливалась, не перегорала?

Очевидно, нам нужно погасить напряжение 3 — 2 = 1 *в*. Для этого добавочное сопротивление должно иметь величину

$$R = \frac{U}{I} = \frac{1}{0{,}06} \approx 17 \text{ ом}^*.$$

К последовательному соединению сопротивлений прибегают и тогда, когда нет сопротивления нужной величины, но есть другие меньшей величины. Из них можно составить сопротивление требуемой величины.

При параллельном соединении сопротивлений (фиг. 133) ток разветвляется между всеми сопротивлениями. Величину тока через каждое сопротивление легко определить по формуле

$$I = \frac{U}{R},$$

где I — ток через данное сопротивление;
U — напряжение, действующее на участке цепи, в которое включено сопротивление;
R — величина данного сопротивления.

Сумма токов, проходящих через параллельно соединенные сопротивления, равна величине тока, расходуемого от батареи.

Параллельное соединение сопротивлений можно использовать тогда, когда нужно получить сопротивление требуемой величины из нескольких сопротивлений с большими величинами.

Иногда сопротивление присоединяют параллельно какому-либо измерительному прибору (амперметру, миллиамперметру), включенному в цепь. В этом случае оно пропускает часть тока через себя, оберегая прибор от перегрузки. Такое сопротивление называют ш у н т и р у ю щ и м или ш у н т о м.

Делитель напряжения и потенциометр

Обратимся еще раз к фиг. 134. Мы видели, что здесь напряжение батареи, равное 7 *в*, как бы разделилось пополам, т. е. на две части по 3,5 *в*, одна из которых приходится на сопротивление R, а другая — на сопротивление нити лампочки. Сопротивление R и сопротивление нити накала образуют делитель напряжения, приложенного к цепи.

* Знак ≈ означает „приблизительно равно“.

Величины напряжений на этих участках зависят от их сопротивлений. Изменяя величину сопротивления R, можно уменьшать или увеличивать напряжение, которое падает на нем. Следовательно, от источника тока с помощью делителя напряжения можно взять любое напряжение, но, разумеется, не большее, чем может дать этот источник.

Для плавного изменения напряжения, подаваемого на какую-нибудь нагрузку, может быть применен потенциометр. Он представляет собой переменное сопротивление, подключенное к источнику тока, как это показано на фиг. 135. Перемещая движок потенциометра, можно в широких пределах изменять напряжение, поступающее на сопротивление R от источника напряжения. Вместо сопротивления R может быть включен и какой-либо другой прибор.

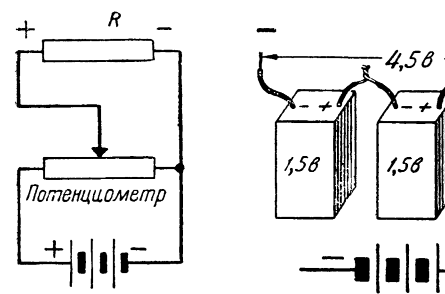
Установив движок потенциометра в крайнее левое положение, мы подадим на сопротивление R полное напряжение источника тока. Перемещая движок вправо, мы уменьшаем напряжение на сопротивлении. При крайнем правом положении движка на сопротивление вообще не будет поступать напряжение. Другими словами, напряжение на сопротивлении R будет тем больше, чем на бо́льшую часть потенциометра оно включено.

Соединение элементов в батареи

Одиночные элементы используются на практике довольно редко. Чаще всего их соединяют в батареи. Это дает возможность получить бо́льшее напряжение или бо́льший ток, чем может дать один элемент.

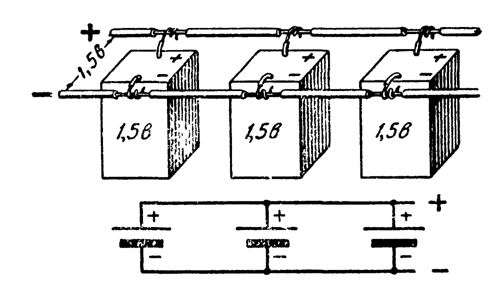
На фиг. 136 показано последовательное соединение элементов в батарею. В этом случае положительный полюс правого элемента будет плюсом батареи, а отрицательный полюс левого элемента — минусом батареи.

При таком соединении элементов напряжение батареи равно сумме напряжений всех



Фиг. 135. Включение потенциометра.

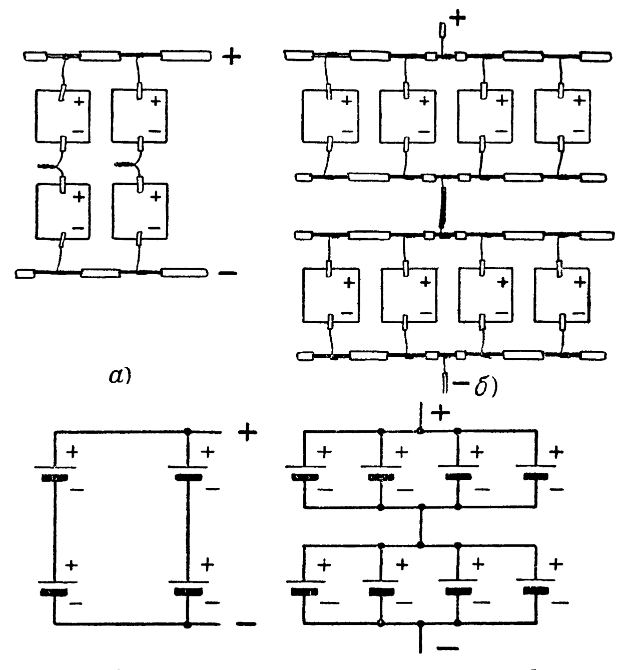
Фиг. 136. Последовательное соединение элементов в батарею.



Фиг. 137. Параллельное соединение элементов в батарею.

входящих в нее элементов. Если, например, соединить последовательно три элемента, каждый из которых дает напряжение 1,5 *в*, то напряжение батареи составит 4,5 *в*. От такой батареи можно будет брать ток, величиной не больше, чем может дать каждый в отдельности взятый элемент.

Когда нужно получить бо́льший ток, чем может дать один элемент, элементы соединяются в батарею параллельно. В этом случае положительные полюсы элементов присоединяются к одному проводнику (или их соединяют вместе), а все отрицательные полюсы — к другому проводнику (фиг. 137). Первый проводник будет плюсом, а второй — минусом батареи. Такая батарея может дать во столько раз бо́льший ток, чем один элемент, сколько элементов соединено в батарею. Если, например, один элемент может отдавать ток в 0,1 *а*,



Фиг. 138. Смешанное соединение элементов в батарею.

а нам требуется ток в 0,5 *а*, нужно параллельно соединить пять таких элементов. Напряжение такой батареи равно напряжению одного элемента.

Иногда требуется одновременно увеличить и напряжение, и ток. В таких случаях прибегают к смешанному соединению элементов в батарею: элементы сначала соединяются последовательно в группы с требуемым напряжением, а затем эти группы соединяются между собой параллельно (фиг. 138,*а*). Возможен и другой способ смешанного соединения элементов: сначала элементы соединяются параллельно по нескольку штук в группе, а потом уже эти группы соединяются между собой последовательно до получения напряжения необходимой величины (фиг. 138,*б*).

Об элементах и батареях для питания приемников мы более подробно расскажем в двадцать второй беседе.

Советуем прочитать:

А. Д. Батраков, Элементарная электротехника (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1950.

И. П. Жеребцов, Элементарная электротехника, Связьиздат, 1950.

Э. И. Адирович, Электрический ток (Научно-популярная библиотека), Гостехиздат, 1949.

Беседа шестнадцатая

ЭЛЕКТРОННАЯ ЛАМПА

Предшественницей современной электронной лампы является осветительная лампочка накаливания, изобретенная русским ученым электротехником А. Н. Лодыгиным. Лампочке Лодыгина в 1953 г. исполнилось 80 лет, а возраст многих конструкций электронных ламп, применяемых в современной радиоаппаратуре, не превышает возраста наших читателей.

Электронные лампы, используемые в радиоаппаратуре, обычно называют также радиолампами.

Появление электронной лампы коренным образом изменило устройство передающих и приемных радиоустройств. Современные радиоприемники и передатчики с электронными лампами совсем не похожи на те, которые применялись при жизни изобретателя радио А. С. Попова.

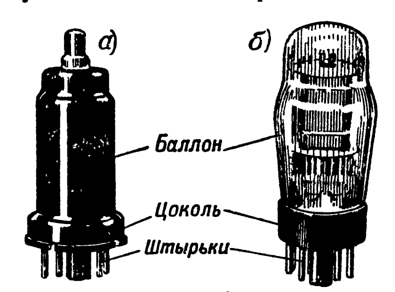
Если посмотреть на современную электронную лампу, ее трудно даже назвать «лампой». «Лампа» обычно представляется нам стеклянной, дающей свет. Такой электронная лампа и была несколько десятков лет назад.

У некоторых современных электронных ламп стеклянный баллон покрыт изнутри непрозрачным налетом, часто серебристого цвета, а у некоторых ламп внешняя поверхность баллона металлизирована. Если взглянуть на некоторые стеклянные электронные лампы в работающем приемнике, мы заметим, что свет их тусклый, неяркий. Большинство же ламп совсем не светит. Существуют электронные лампы, по внешнему виду вообще не похожие на осветительную лампочку. Они почти целиком металлические — стальные — только донышко их сделано из пластмассы.

На фиг. 139 показаны две конструкции наиболее распространенных электронных ламп: слева — со стальным и справа — со стеклянным баллоном. Нетрудно видеть даже внешнее их отличие от осветительной лампы: у последней цоколь имеет винтовую нарезку, а у электронной лампы цоколь имеет металлические ножки. Электронную лампу вставляют в колодочку из изоляционного материала, носящую название ламповой панельки.

Устройство электронных ламп

Первое, что нужно знать об электронной лампе,— это то, что внутри ее баллона воздух сильно р а з р е ж е н, т. е. в нем почти нет воздуха. Воздух выкачивают через небольшой от-



Фиг. 139. Внешний вид наиболее распространенных радиоламп.
а — металлическая; *б* — стеклянная.

росток, имеющийся в верхней или нижней части баллона. Обычно он скрыт или металлическим выводом или цоколем лампы. Сильное разрежение воздуха или так называемый вакуум — обязательное условие для действия лампы.

Самыми простыми радиолампами являются двухэлектродные лампы или диоды, как их принято называть. Устройство таких ламп и их обозначение на схемах показано на фиг. 140. На левом рисунке мы видим стеклянный баллон, внутри которого помещена свитая в спираль (она может быть и прямой) тонкая металлическая проволока (волосок) — нить накала, называемая также катодом. Нить укреплена на концах более толстых проволочек, впаянных в стеклянную стойку и соединенных другими концами со штырьками лампы. Через штырьки подается ток для накала нити. Над нитью накала расположен круглый металлический диск, называемый анодом, вывод от которого сделан вверх и впаян в баллон.

Анод и катод — это два электрода, поэтому и лампу с двумя электродами называют двухэлектродной, а сокращенно — диодом (анодом называют — положительный электрод, а катодом — отрицательный электрод).

На правом рисунке (фиг. 140) показано устройство другой двухэлектродной лампы. Здесь анод выполнен в виде приплюснутого цилиндрика, а нить накала находится внутри него. Анод и нить накала также укреплены на проволочках на стеклянной стойке и соединяются со штырьками лампы.

Диод — самая простая электронная лампа. Диоды используются в выпрямителях, питающих радиоаппаратуру, для преобразования переменного напряжения в постоянное, для детектирования модулированных колебаний высокой частоты.

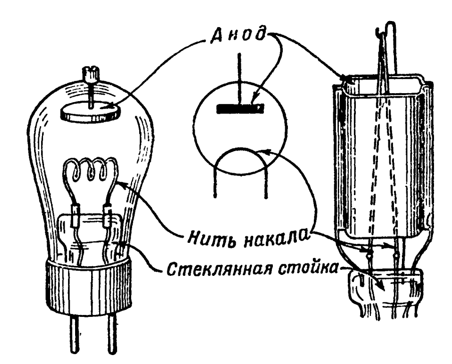
Несколько сложнее устроена трехэлектродная лампа — триод. На фиг. 141 показаны основные ее части. Мы видим здесь металлический цилиндрик — анод (для наглядности на левом рисунке часть его показана отломанной). Внутри анода проходит нить накала, окруженная спиралью из тонкой проволоки. Спираль называют сеткой лампы.

Анод, нить накала (катод) и сетка — это три электрода лампы. Они укреплены внутри баллона неподвижно и через стеклянную стойку соединены проволочками с четырьмя контактными штырьками цоколя; к двум из них подведены концы нити накала, с третьим соединена сетка, с четвертым — анод.

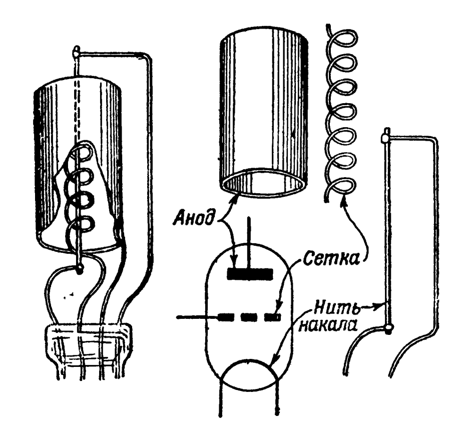
Триоды применяют в радиопередатчиках и радиоприемниках для генерирования (вырабатывания) переменных токов высокой частоты, для модуляции и для усиления. Соответственно они подразделяются на генераторные, модуляторные и усилительные. Нам при приеме радиовещания придется иметь дело в основном с усилительными трехэлектродными лампами. Такие лампы могут, кроме того, детектировать колебания высокой частоты, т. е. заменять собой кристаллический детектор.

Принятые антенной слабые колебания электронная лампа продетектирует и одновременно усилит. В результате передача будет слышна громче, чем на детекторный приемник. При помощи электронных ламп радиопередачу можно усилить настолько, что ее можно слушать и на громкоговоритель.

Однако не следует думать, что электронная лампа сама по себе увеличивает энергию поступающих слабых электрических колебаний. Нет! К электронной лампе нужно подводить дополнительную энергию от источников постоянного тока: от гальванических батарей, аккумуляторов или от выпрямителя, преобразующего переменный ток электросети в ток постоянный.



Фиг. 140. Устройство и схематическое обозначение двухэлектродных ламп.



Фиг. 141. Устройство и схематическое обозначение трехэлектродной лампы.

Итак, простейшими радиолампами являются диод — двухэлектродная лампа и триод — трехэлектродная лампа. Триод отличается от диода только наличием в нем сетки.

Действие двухэлектродной лампы

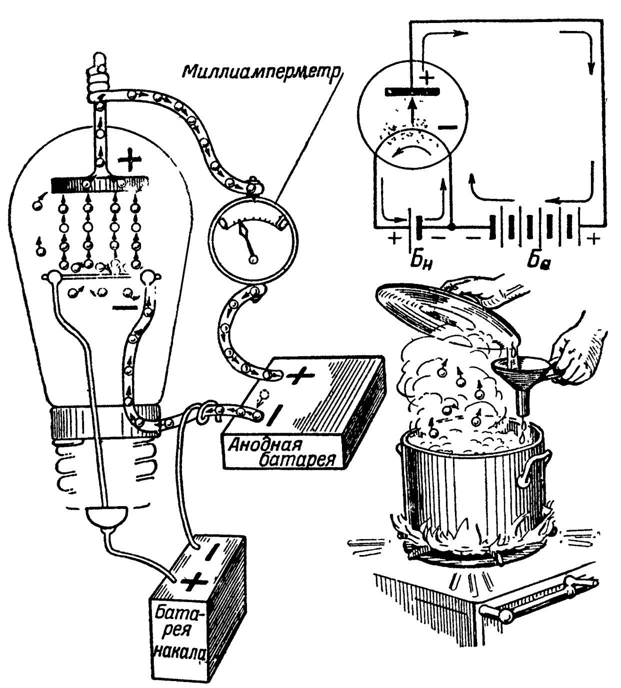
Осветительную лампу можно превратить в диод, если впаять внутрь ее баллона второй электрод — анод, как показано на фиг. 142. Чтобы такая лампа действовала, необходимо прежде всего разогреть ее нить, присоединив к ее выводам батарею. Эта батарея называется батареей накала и обозначается $Б_н$. Теперь включим еще одну батарею так, чтобы она своим отрицательным полюсом соединялась с нитью накала, а положительным — с анодом. Эта батарея называется анодной батареей и обозначается $Б_а$.

При указанном на фиг. 142 включении батареи $Б_а$ анод лампы будет заряжен положительно относительно нити накала — катода. В разрыв проводника, идущего от плюса анодной батареи к аноду, включим миллиамперметр. Он покажет наличие тока.

Каким же образом получается этот ток? Ведь между анодом и нитью нет электрического соединения, — может спросить читатель. Каким образом проходят электроны от катода к аноду?

Происходит это вот почему. Ток батареи $Б_н$ разогревает нить лампы, из-за чего содержащиеся в ней электроны начинают двигаться с такими большими скоростями, что часть из них вылетает из нити и образует вокруг нее электронное «облачко». Так как это облачко представляет собой скопление электронов, оно имеет отрицательный заряд. Анод заряжен положительно (на нем недостаток электронов) и поэтому он притягивает к себе вылетевшие из нити электроны. Эти электроны образуют «поток» между нитью и анодом. Вследствие этого начинается движение электронов через миллиамперметр к положительному полюсу анодной батареи. «Забирая» электроны с анода лампы, анодная батарея в то же время через свой отрицательный полюс непрерывно «подает» все новые и новые массы электронов на нить накала лампы, которая благодаря этому и имеет возможность непрерывно излучать электроны.

Нечто подобное получится, если мы поставим на огонь кастрюлю, наполненную водой. По мере нагревания воды ее частицы начинают все быстрее и быстрее двигаться. Наконец, вода начинает кипеть, бурлить. Некоторые ее мельчайшие частицы при этом движут-



Фиг. 142. Включение двухэлектродной лампы.

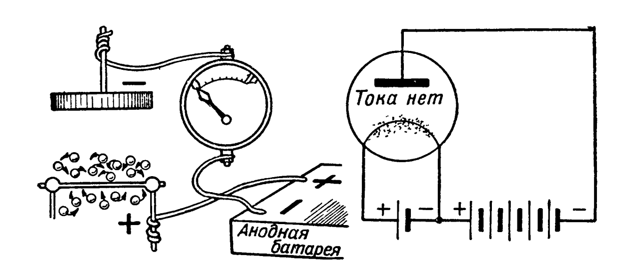
ся с настолько большой скоростью, что отрываются от поверхности воды и покидают ее. Вода, как говорят, испаряется. Если поместить над кастрюлей крышку или тарелку, то образовавшийся пар будет на ней охлаждаться и образовывать капельки воды. С помощью воронки мы можем эту воду вернуть обратно в кастрюлю. Получается как бы замкнутая цепь, по которой движутся частицы воды.

Процесс испускания электронов раскаленным катодом электронной лампы называют термоэлектронной эмиссией (термо — тепло, эмиссия — испускание) или просто эмиссией. Если говорят, что «лампа потеряла эмиссию», это значит, что ее катод неспособен испускать электроны, т. е. в нем нет свободных электронов, которые могли бы покинуть катод.

Электрическая цепь, образуемая промежутком катод — анод, батареей $Б_а$ и соединительными проводниками, называется анодной цепью, а ток, который образуется в этой цепи, — анодным током.

Кроме анодной цепи, в схеме с электронной лампой есть еще цепь накала, в которую входят: нить накала лампы, батарея $Б_н$ и соединительные проводники. Ток в этой цепи называют током накала лампы.

Выясним теперь такой вопрос: будет ли в анодной цепи протекать ток, если к аноду присоединить минус анодной батареи, а к катоду — плюс?



Фиг. 143. Если анод будет соединен с отрицательным полюсом батареи, а катод — с положительным, в анодной цепи тока не будет.

Мы знаем, что одноименные заряды всегда отталкиваются. Значит, в этом случае отрицательно заряженный анод будет отталкивать вылетевшие из нити электроны. Анод же не раскален, а значит, он неспособен испускать электроны. Поэтому никакого тока в анодной цепи не будет (фиг. 143).

Итак, электронная лампа пропускает через себя электроны только в одном направлении — от катода к аноду (направление тока при этом будет от анода к катоду). В обратном направлении — от анода к катоду электроны в анодной цепи двигаться не могут.

Величина анодного тока прежде всего зависит от количества электронов, вылетевших из катода (т. е. от эмиссии катода). При меньшей температуре катода меньше будет испускаться электронов, меньше будет и анодный ток; при бóльшем накале катода больше вылетит электронов и анодный ток будет больше. Кроме того, анодный ток зависит от напряжения на аноде. Если положительное напряжение на аноде будет мало, анод притянет к себе мало электронов — анодный ток будет небольшой. С увеличением напряжения на аноде анодный ток увеличится. Но не следует думать, что, увеличивая без конца напряжение на аноде, можно бесконечно увеличивать анодный ток. Нет. Увеличение анодного тока путем повышения напряжения на аноде будет наблюдаться только до определенного предела. Когда все вылетающие из катода электроны будут притягиваться анодом, дальнейшее увеличение напряжения на аноде бесполезно. Этот предел тока называют т о к о м н а с ы щ е н и я. Если же увеличить ток накала, число вылетающих из нити электронов увеличится, будет прирост и анодного тока. Но нужно иметь в виду, что при чрезмерно большом токе накала нить лампы перегорит.

Действие трехэлектродной лампы

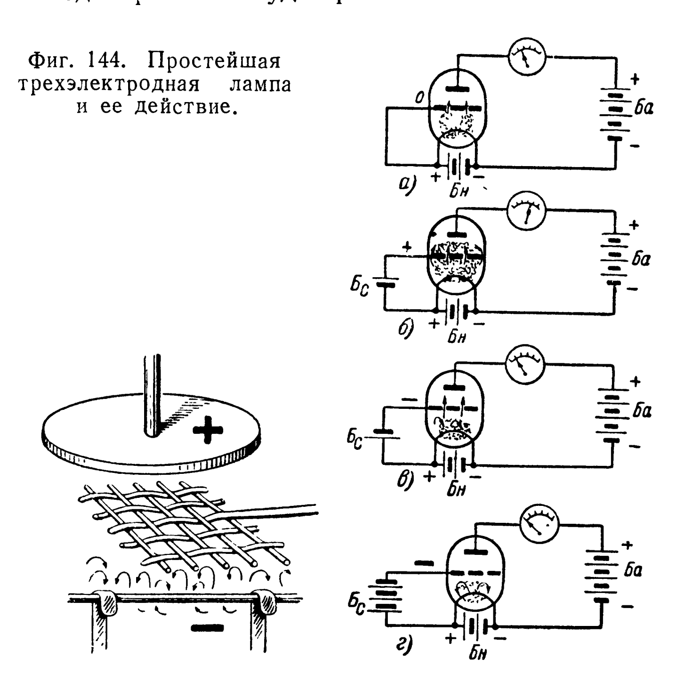
Поместим теперь между катодом и анодом сетку (на фиг. 144 сетка показана в виде решетки), т. е. превратим диод в триод. Включим батареи анода и накала.

Когда сетка соединена с катодом (фиг. 144,*а*), она почти не оказывает влияния на движение электронов, они свободно пролетают к аноду через промежутки между проволочками сетки. В этом случае напряжения между сеткой и катодом нет, как говорят, сетка имеет нулевое напряжение относительно катода.

Включим теперь между сеткой и катодом батарею $Б_с$ (батарею сетки) с небольшим напряжением так, чтобы ее отрицательный полюс был соединен с катодом, а положительный — с сеткой (фиг. 144,*б*). В этом случае сетка будет иметь положительное напряжение относительно катода. Сетка стала как бы маленьким анодом. Притягивая к себе электроны, сетка будет способствовать увеличению скорости полета электронов. Но электроны, набравшие скорость, будут «подхвачены» более высоким анодным напряжением. От этого анодный ток увеличится, что и покажет миллиамперметр, включенный в анодную цепь. Получается, что положительно заряженная сетка помогает аноду притягивать электроны.

Однако небольшое количество электронов будет осаждаться и на положительно заряженной сетке. Образуется новая цепь: промежуток сетка — катод, сеточная батарея $Б_с$, соединительные проводники. В этой цепи, называемой с е т о ч н о й, появится небольшой сеточный ток. С повышением положительного напряжения на сетке будет увеличиваться анодный ток, но одновременно будет расти и ток сетки.

Фиг. 144. Простейшая трехэлектродная лампа и ее действие.



При достаточно большом положительном напряжении на сетке ток ее может оказаться больше, чем анодный ток лампы. Это объясняется тем, что сетка, находясь ближе к электронному облачку, будет притягивать к себе электроны сильнее, чем более удаленный от катода анод. Вылетевшие из катода электроны разделятся между сеткой и анодом так, что на долю сетки в этом случае придется большая их часть.

Если же поменять местами полюса сеточной батареи и таким образом подать на сетку даже небольшое отрицательное напряжение (фиг. 144,*в*), миллиамперметр покажет меньший анодный ток, чем при непосредственном соединении сетки с катодом (фиг. 144,*а*). Теперь сетка заряжена отрицательно относительно катода. На пути движения электронов оказался отрицательный заряд сетки. Этот заряд будет стремиться оттолкнуть, вернуть обратно к катоду электроны, летящие к аноду. Часть электронов при этом все же пролетит через промежутки в сетке, но число их будет меньше, чем в первом случае.

При увеличении отрицательного напряжения на сетке ее отталкивающее действие будет увеличиваться, а анодный ток уменьшаться. При некотором отрицательном напряжении на сетке она не пропустит через себя ни одного электрона—анодный ток исчезнет (фиг. 144,*г*). В этом случае говорят, что большое отрицательное напряжение на сетке «заперло» лампу.

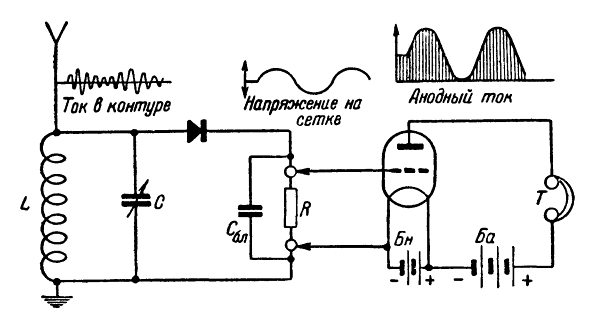
Изменение напряжения на сетке оказывает в несколько раз более сильное влияние на величину анодного тока, чем такое же изменение анодного напряжения.

Увеличивая или уменьшая напряжение на сетке, можно управлять анодным током. Поэтому ее называют часто у п р а в л я ю щ е й с е т к о й. Она, подобно светофору на перекрестке улицы, регулирует движение электронов в лампе: минус на сетке (красный свет) — путь электронам закрыт; плюс (зеленый свет) — путь открыт. При этом все, даже самые незначительные, изменения напряжения на сетке изменяют электронный поток внутри лампы мгновенно.

Это замечательное свойство трехэлектродной лампы широко используют для усиления электрических колебаний.

Простейший усилитель

На фиг. 145, слева, мы приводим знакомую вам схему детекторного радиоприемника. Вместо телефона здесь включено сопротивление *R*, телефон же включен в анодную цепь трехэлектродной лампы. Ее нить накала питается



Фиг. 145. Использование трехэлектродной лампы для усиления.

от батареи $Б_н$, а цепь анода — от батареи $Б_а$. Управляющая сетка и катод лампы соединены с концами сопротивления *R*.

До тех пор, пока радиостанция не работает, не будет тока и в колебательном контуре приемника. В это время в анодной цепи лампы будет проходить не изменяющийся по величине ток — ток покоя. Но вот радиостанция начала передачу, в колебательном контуре появились модулированные колебания высокой частоты. Эти колебания будут продетектированы детектором и через сопротивление *R* потечет уже ток низкой частоты. На этом сопротивлении (его называют нагрузочным сопротивлением детекторной цепи) создается переменное напряжение низкой (звуковой) частоты. Это напряжение действует на участке сетка — катод лампы (так как он соединен с сопротивлением *R*) и, значит, управляет анодным током лампы.

При положительных полупериодах на сетке анодный ток лампы будет увеличиваться, а при отрицательных — уменьшаться. Следовательно, через телефон будет проходить ток, изменяющийся по величине в такт с изменениями напряжения на управляющей сетке лампы. Изменяющийся по величине анодный ток заставит колебаться мембрану телефона. Радиопередача при этом будет слышна громче, чем в случае, когда телефон включен непосредственно в детекторный приемник.

Так устроен и работает детекторный приемник с одноламповым усилителем низкой частоты. Участок сетка — катод лампы называют в х о д о м усилителя, а участок анодной цепи, в который включен телефон, — в ы х о д о м усилителя.

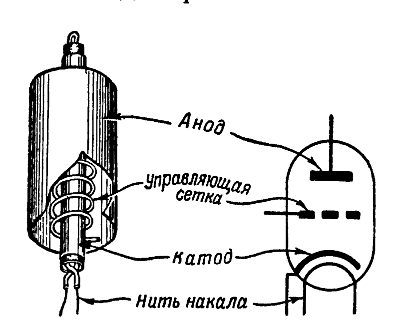
Катоды радиоламп

До сих пор мы говорили об электронных лампах, нить накала которых питается от батареи. Это — так называемые батарейные лампы. В них электроны вылетают непосредственно из нити накала — катода.

Последняя представляет собой тончайший волосок из тугоплавкого металла, чаще всего вольфрама, на поверхность которого нанесен слой окислов бария, стронция и кальция, обладающий способностью излучать электроны при сравнительно низкой температуре нагрева. Такой катод очень быстро нагревается после включения тока и быстро охлаждается при выключении его. Чтобы такой катод испускал все время постоянное количество электронов, его необходимо питать постоянным током. Если же такой катод накаливать переменным током, то в такт с изменениями тока он будет то сильнее раскаляться (при наибольших значениях тока), то частично остывать (при меньших значениях тока). В результате эмиссия катода, а значит, и величина анодного тока будут все время изменяться. Вследствие этого в телефоне, включенном в анодную цепь лампы, будет слышен сильный гул низкого тона, мешающий слушать передачу. Гул этот называют фоном переменного тока.

Катоды ламп, предназначенных для работы в приемниках, питаемых от сети переменного тока, устроены иначе. У таких ламп катодом является не нить накала, а металлическая трубочка круглого или овального сечения (фиг. 146), на поверхность которой нанесен «активный» слой, хорошо излучающий электроны при его нагреве. Внутри трубочки помещена нить накала, покрытая сравнительно толстым слоем теплостойкой изоляции; она электрически изолирована от катода.

Нити накала большинства таких ламп питаются переменным током напряжением 6,3 *в*. Но, раскаляясь, нить не испускает электроны, а только разогревает своим теплом трубочку — катод. Электроны же испускает разогретый катод. Следовательно, нить накала такой лампы является своеобразной электрической печкой, разогревающей катод. Ее называют подогревателем, а лампы с катодом такого устройства называют лампами с подогревными катодами или подогревными лампами.



Фиг. 146. Устройство и схематическое обозначение лампы с подогревным катодом.

Нить накала подогревной лампы обозначают на схемах так, как и в батарейных лампах, а катод — дужкой, расположенной над нитью накала (фиг. 146).

Подогревный катод обладает относительно большой массой, и его температура не успевает изменяться в такт с изменениями тока накала. В результате эмиссия получается равномерной, и в телефоне, включенном в анодную цепь лампы, фона переменного тока не слышно.

Подогревные лампы начинают действовать по истечении 30—40 сек. после включения тока (время прогрева катода). Они требуют для накала бо́льший ток при бо́льшем напряжении, чем описанные ранее батарейные лампы с прямым накалом. Увеличенный расход энергии на питание подогревных ламп от сети переменного тока решающего значения не имеет, так как стоимость электроэнергии, получаемой от сети, значительно ниже стоимости энергии, получаемой от батареи.

Принцип работы сетевых и батарейных ламп совершенно одинаков.

Отметим, что в выпрямителях переменного тока и в некоторых усилителях, питаемых от сети переменного тока, иногда все же используют лампы с катодом в виде нити. Но нити этих ламп делают более толстыми, чем нити батарейных ламп. Вследствие этого при быстрых изменениях величины накаливающего тока их температура, а значит, и электронная эмиссия остаются постоянными.

Тетрод, лучевой тетрод и пентод

Кроме рассмотренных нами двухэлектродной и трехэлектродной ламп, существует большое количество типов многоэлектродных ламп. Есть лампы с двумя, тремя и еще большим числом сеток; существуют лампы, содержащие в одном баллоне по два диода (так называемый двойной диод), по два триода (двойной триод), триод и два диода (двойной диод — триод) и т. д. Каждая из них имеет свое определенное назначение. Сейчас же мы расскажем о так называемом тетроде — четырехэлектродной лампе и пентоде — пятиэлектродной лампе.

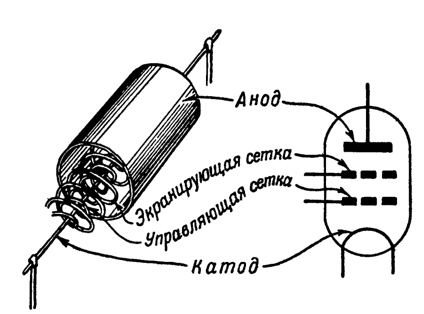
Тетрод, помимо анода, катода и управляющей сетки, имеет еще четвертый электрод — экранирующую сетку (фиг. 147). Катод тетрода окружен управляющей сеткой, управляющая — экранирующей, а все они вместе окружены цилиндрическим анодом. Электроны, летящие от катода к аноду, подвергаются воздействию напряжений обеих сеток.

Экранирующую сетку тетрода соединяют с плюсом анодной батареи непосредственно или через гасящее сопротивление, чтобы на ней было меньшее напряжение, чем на аноде. Эту сетку через конденсатор всегда соединяют с катодом или с минусом источника анодного питания.

Тетрод может дать большее усиление, чем триод. Кроме того, наличие экранирующей сетки значительно уменьшает емкость между анодом и управляющей сеткой, что очень важно при использовании лампы в усилителях высокой частоты, о которых мы будем говорить в следующих беседах. Но тетрод имеет некоторые отрицательные свойства.

Скорость полета электронов от катода к аноду очень велика. Ударяясь об анод, электроны способны выбивать из него новые электроны, причем каждый электрон может выбить два, три и больше электронов. Это явление носит название вторичной эмиссии. Подобное явление можно наблюдать на воде. Если в блюдце, наполненное водой, пустить с большой высоты каплю воды, то она может выбить из блюдца несколько капель. Вторичная эмиссия нарушает правильную работу радиолампы, вносит заметные искажения при усилении колебаний низкой частоты.

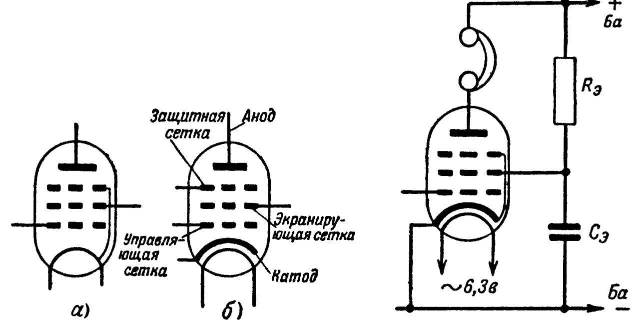
Избавиться от этого вредного явления удалось путем введения между экранирующей сеткой и анодом лампы еще одного электрода — защитной сетки (фиг. 148). Получилась пятиэлектродная радиолампа — пентод. По своим усилительным качествам пентод лучше триода и тетрода.



Фиг. 147 Тетрод прямого накала и его схематическое обозначение.

Защитная сетка у некоторых пентодов соединена с катодом внутри лампы (фиг. 148,*а*). В тех же пентодах, где она имеет отдельный вывод (фиг. 148,*б*), эту сетку соединяют с катодом во время монтажа приемника. Так как защитная сетка соединена с катодом, она имеет отрицательный заряд относительно анода. Этот заряд уменьшает скорость вторичных электронов, вылетающих из анода, и заставляет их возвратиться на анод. Таким образом, она защищает лампу от «вредного поведения» вторичных электронов.

Экранирующую сетку пентода включают точно так же, как у тетрода. На фиг. 149 показано включение пентода с подогревным катодом в схему усилителя. На этой схеме источ-



Фиг. 148. Схематическое изображение пентодов.
а — прямого накала; *б* — подогревного.

Фиг. 149. Схема усилителя с подогревным пентодом.

ники тока не показаны; подразумевается, что проводник, обозначенный $+Б_а$, присоединяется к положительному полюсу источника анодного напряжения, а проводник, обозначенный $-Б_а$, к его отрицательному полюсу; на концы нити накала подается переменное напряжение 6,3 *в*.

В выходных каскадах усилителей низкой частоты, от которых требуется получить колебания значительной мощности, вместо пентодов используют так называемые лучевые лампы или лучевые тетроды. Лучевой тетрод — это четырехэлектродная лампа, в которой явление вторичной эмиссии ослабляется не защитной сеткой, как у пентода, а особым расположением управляющей и экранирующих сеток и применением в лампе специальных пластинок, расположенных между экранирующей сеткой и анодом, соединенных с катодом.

Типы и обозначения радиоламп

Итак, мы знаем, как устроены диод, триод, тетрод и пентод. Это — основные типы радиоламп, с которыми нам больше всего придется иметь дело. Знаем мы и устройство катодов радиоламп: с прямым накалом, предназначенных для питания постоянным током, и ламп с подогревным катодом, предназначенных для питания переменным током.

Наша промышленность выпускает много разнообразных конструкций радиоламп, предназначенных для использования в радиопередатчиках, радиоприемниках, усилителях и другой радиоаппаратуре. Нас пока интересуют

радиолампы, применяемые в приемной радиоаппаратуре.

Эти радиолампы подразделяются на батарейные (прямого накала) и сетевые (в большинстве случаев они подогревные). Кроме того, их различают по напряжению тока, которым питаются их нити накала. Для батарейных ламп обычно это напряжение не превышает 2 *в*. Напряжение накала сетевых ламп бывает от 4 до 30 *в*, не чаще всего оно составляет 6,3 *в*. Ток накала большинства приемных и усилительных сетевых ламп составляет 0,3 *а*, а ток более мощных — выходных — ламп равен 0,45—0,9 *а*.

По материалу, из которого сделаны баллоны, различают металлические и стеклянные лампы. В числе сетевых и батарейных ламп есть так называемые пальчиковые лампы (фиг. 154) и лампы типа жолудь.

Названия приемно-усилительных радиоламп состоят из цифр и букв[1], например: 2К2М, 6К7, 6П6С, 6С1Ж, 1К1П и т. д.

Первая, обычно цифра, показывает округленную величину напряжения, необходимого для накала (напряжение 6,3 *в* округляют до 6; напряжение 1,2 *в* — до 1). Второй знак в наименовании лампы — буква — характеризует конструкцию лампы и ее назначение: буквой Д обозначают диоды; буквой Х — двойные диоды; буквой С обозначают триоды; буквой Э — тетроды; буквами К и Ж — пентоды, предназначенные для усиления токов высокой и низкой частоты; буквой П обозначают пентоды и лучевые тетроды, предназначенные для работы в выходных каскадах усилителей низкой частоты; буквой Ц обозначают кенотроны — лампы, предназначенные для работы в выпрямителях. Частотно-преобразовательные лампы (с ними мы познакомимся позже) обозначают буквой А; триод, объединенный в одном баллоне с одним или двумя диодами, обозначают буквой Г; пентод с одним и двумя диодами — буквой Б; двойные триоды обозначают буквой Н.

Следующий (третий) знак в наименовании лампы указывает порядковый номер данного типа лампы. Последний (четвертый) знак характеризует баллон лампы. Лампы со стеклянными баллонами обычных размеров обозначают буквой С, пальчиковые лампы — буквой П, а лампы типа жолудь — буквой Ж. Лампы с уменьшенным стеклянным баллоном («малогабаритные») по старому стандарту обозначают буквой М. Лампы с металлическим баллоном не имеют в своих наименованиях четвертых знаков; следовательно, отсутствие в наименовании лампы четвертого знака указывает на то, что эта лампа имеет металлический баллон.

Таким образом, лампа 2К2М представляет собой двухвольтовый, т. е. с напряжением накала 2 *в* (первый знак — 2) пентод высокой частоты (второй знак — К), второй модели (третий знак — 2), малогабаритная со стеклянным баллоном (четвертый знак — М). Лампа 6К7 — шестивольтовый (точнее, с напряжением накала 6,3 *в*) пентод высокой частоты с металлическим баллоном (четвертого знака нет). Лампа 6П6С — шестивольтовый выходной пентод, модель шестая, со стеклянным баллоном. Лампа 6С1Ж — шестивольтовый триод, модель первая, типа жолудь. Лампа 1К1П — одновольтовый (точнее 1,2 *в*) пентод высокой частоты, модель первая, пальчикового типа.

Сетевые радиолампы

Сетевые лампы с подогревным катодом используются в большинстве радиоприемников и усилителей, питаемых от электрических сетей. Некоторые из них имеют металлические (стальные) баллоны, поэтому такие лампы часто называют металлическими (фиг. 139, *а*).

Выводы электродов сделаны проволочками, заканчивающимися контактными ножками — штырьками, заштампованными в пластмассовое донышко — цоколь. Этими штырьками через специальную панельку лампа соединяется с другими деталями приемника. Некоторые лампы имеют металлический изолированный от баллона колпачок в верхней части баллона (обычно это вывод управляющей сетки). На этот колпачок плотно надевается контакт, соединяющийся с деталями схемы через гибкий проводничок. Лампы, у которых все выводы сделаны только на нижнем цоколе, называют одноцокольными.

Металлическая лампа очень прочна. Баллон такой лампы одновременно является экраном, защищающим ее от воздействия внешних электрических и магнитных полей. Это упрощает конструкцию приемника, делает его работу менее зависящей от внешних влияний. Металлический баллон лампы заземляют (соединяют с заземленным проводником приемника).

Внешние поверхности стеклянных баллонов некоторых ламп часто покрывают тонким металлическим слоем, который также является экраном.

---

[1] Имеются в виду обозначения, принятые Всесоюзным комитетом стандартов в 1950 г.

Во время работы сетевые лампы становятся теплыми, а некоторые из них, например выходные, даже горячими. Если через несколько минут после включения питания лампа остается холодной, значит у нее перегорела нить накала или имеется плохое соединение с источником питания.

Анодные цепи и цепи экранирующих сеток сетевых ламп обычно питаются от выпрямителя переменного тока. Чаще всего для этой цепи применяются выпрямители, дающие напряжения около 250—300 *в*.

Питать сетевые лампы от батарей можно, но это очень невыгодно, так как они потребляют большую мощность тока. Для батарейных приемников и усилителей имеются специальные, более экономичные лампы.

Батарейные малогабаритные радиолампы

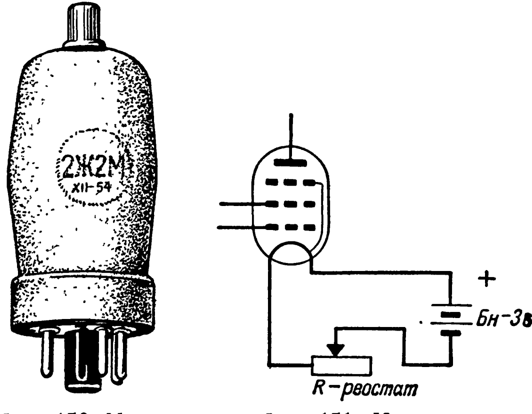
В батарейных радиоприемниках старых выпусков работают так называемые м а л о г а б а р и т н ы е лампы. Одна из таких ламп показана на фиг. 150. Баллоны этих ламп стеклянные, но несколько меньшего размера, чем у сетевых. Поэтому их и называют малогабаритными или, сокращенно, «малгабами». Выводы электродов к ножкам на цоколях сделаны точно так же, как у сетевых ламп.

Баллоны малогабаритных батарейных ламп некоторых типов с целью экранировки покрывают снаружи металлическим слоем. Он является экраном, который должен заземляться.

Нити накала батарейных ламп, как мы уже говорили, рассчитаны на питание напряжением 2 *в*. Ток накала большинства этих ламп составляет 0,06 *а*, а у выходных 0,24—0,32 *а*. Напряжение батареи питания анодных цепей и цепей экранирующих сеток должно быть 80—120 *в*. Но лампы могут работать и при более низком напряжении анодной батареи.

Нити накала батарейных ламп боятся перекала, который может быть вызван чрезмерно большим напряжением батареи накала (больше 2 *в*). Поэтому их рекомендуется включать через реостат.

Говоря о гальванических элементах, мы указывали, что когда они новые, то дают напряжение около 1,5 *в*. Спустя некоторое время, их напряжение уменьшается. Если питать нить накала батарейной лампы, рассчитанной на напряжение накала в 2 *в*, от одного элемента, то она не даст нужной эмиссии, и лампа будет плохо работать. Для нормального накала такой лампы необходимо соединить последовательно два элемента, а получившийся избыток напряжения поглотить реостатом, включенным последовательно в цепь накала, как это показано на фиг. 151. Реостат позволяет регулировать напряжение, а значит, и ток накала лампы. Чаще всего он является одновременно и выключателем батареи накала.



Фиг. 150. Малогабаритная батарейная радиолампа.

Фиг. 151. Цепь накала батарейной радиолампы.

Требуемое сопротивление реостата зависит от напряжения, которое необходимо погасить на нем, и величины тока накала лампы. Сопротивление реостата можно подсчитать по формуле закона Ома.

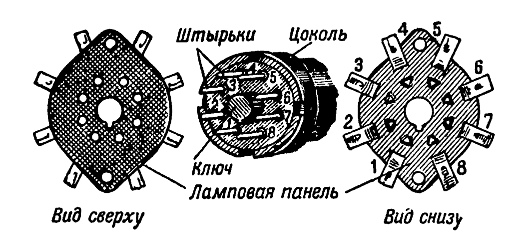
Допустим, что батарея накала дает напряжение 3 *в*, а к нити лампы нужно подвести напряжение 2 *в*; при этом ток в цепи должен быть 60 *ма*. Следовательно, требуется погасить излишек напряжения в 1 *в*. В этом случае реостат должен иметь сопротивление не меньше, чем:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{1}{0,06} \approx 17 \text{ ом}.$$

По мере уменьшения напряжения батареи нужно передвигать движок реостата, уменьшая тем самым включенное в цепь сопротивление. Если в приемнике работает не одна, а несколько ламп, нити которых соединены параллельно, за величину тока берут сумму токов всех ламп.

Нормальный ток накала лампы приемника или усилителя обычно подбирают опытным путем — на слух. Лампе дается такой накал, при котором передача хорошо слышна и при дальнейшем вращении ручки реостата громкость не увеличивается. При этом нить накала лучше немного недокалить, нежели перекалить.

При отсутствии реостата батарею накала можно включить через постоянное проволоч-



Фиг. 152. Устройство октального цоколя и ламповая панелька для него.

ное сопротивление требуемой величины. В этом случае выключение питания можно производить специальным выключателем или отсоединением батареи.

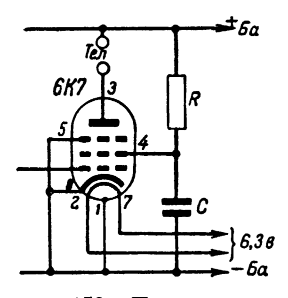
Практика показала, что батарейные лампы достаточно хорошо работают от батареи, дающей напряжение 1,5 *в*. При этом громкость приема будет незначительно слабее, но срок службы ламп увеличится. В этом случае сопротивление реостата должно быть полностью выведено или его совсем может не быть в цепи накала.

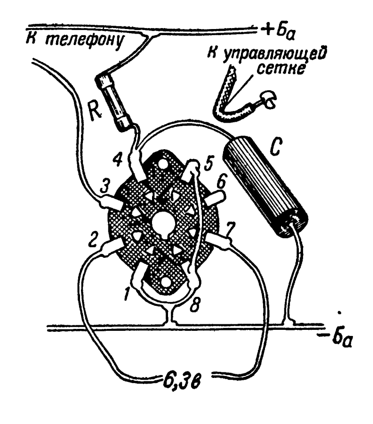
Цоколевка радиоламп

Как мы уже говорили, электроды радиоламп соединены с контактными ножками — штырьками цоколя. Наиболее распространенным является «октальный» цоколь (фиг. 152). По его окружности расположены на равном расстоянии друг от друга 8 штырьков (у некоторых ламп штырьков меньше), а в центре — так называемый направляющий ключ.

Ламповая панелька также имеет 8 гнезд и отверстие для ключа. Каждой ножке присвоен строго постоянный номер. Нумерация ножек цоколя и гнезд панельки идет от выступа ключа по часовой стрелке, если смотреть на цоколь лампы или ламповую панель снизу. Ключ исключает возможность ошибочного включения лампы в панельку.

Порядок присоединения электродов ламп к штырькам читатель найдет в приложении 1.





Фиг. 153. Принципиальная схема части усилителя и монтаж ламповой панельки, выполненный по этой схеме.

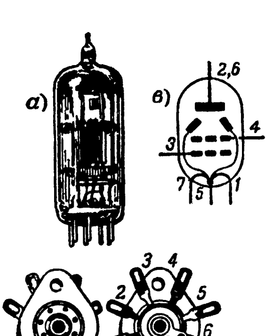
В дальнейшем на принципиальных схемах около обозначения электродов ламп мы будем ставить номера штырьков. Если возле вывода электрода лампы номер штырька не указан, значит этот вывод находится не на цоколе, а на баллоне лампы (обычно на баллоне бывает вывод управляющей сетки). Для примера на фиг. 153 приводим часть схемы усилителя и монтаж ламповой панельки, сделанный по этой схеме.

Пальчиковые лампы

Пальчиковые лампы (фиг. 154) представляют собой небольшие по размерам стеклянные электронные лампы. Получили они такое наименование из-за сходства их размеров и формы с пальцем. Наибольшее распространение сейчас имеют батарейные пальчиковые лампы (прямого накала), однако начинают находить себе применение и подогревные (сетевые) лампы такого же типа. Высота пальчиковой лампы не превышает 54 *мм*, а диаметр — 19 *мм*.

В батарейную серию пальчиковых ламп входят пятисеточная лампа гептод — преобразователь 1А1П, пентод для усиления колебаний высокой частоты 1К1П, диод-пентод 1Б1П и лучевой тетрод 2П1П.

Цоколь у пальчиковых ламп отсутствует. Штырьки — заостренные никелевые проволочки, соединенные с электродами, впаяны прямо в утолщенное донышко стеклянного баллона. Каждая лампа независимо от ее назначения имеет по семи штырьков, расположенных по окружности донышка. Ламповые панельки также имеют по семи гнезд. Это обеспечивает правильное включение ламп при установке их в панельках.



Фиг. 154. Пальчиковая лампа и ее панелька.
а — внешний вид лампы; *б* — ламповая панелька; *в* — схема лампы 2П1П.

Нумерация штырьков идет от свободного промежутка на донышке по направлению движения часовой стрелки (фиг. 154,*б*).

Напряжение накала пальчиковых ламп 1А1П, 1К1П и 1Б1П равно 1,2 *в* при токе 60 *ма*.

Напряжение анодной батареи может быть от 45 до 90 *в*.

У пальчикового пентода 2П1П две нити накала (фиг. 154,*в*), которые можно включить либо последовательно,

либо параллельно, либо одну из них. В первом случае батарея накала напряжением 2,4 *в* должна присоединяться к штырькам 1 и 7. Во втором случае штырьки 1 и 7 соединяются между собой, а батарея напряжением 1,2 *в* присоединяется одним полюсом к штырьку 5, а другим к проводнику, соединяющему штырьки 1 и 7. В третьем случае батарея присоединяется к штырькам 5 и 7 либо к штырькам 5 и 1. При параллельном включении нитей накала лампы 2П1П ток накала составляет 120 *ма*, а во всех других случаях — 60 *ма*. При включении обеих нитей накала лампа отдает громкоговорителю в два раза большую мощность тока звуковой частоты, чем при работе одной нити.

В лампах 1К1П и 1А1П штырьки 1 и 5 соединены между собой и к ним выведен один конец нити накала, а в лампе 2П1П анод соединен со штырьками 2 и 6.

Пальчиковые лампы можно успешно применять в батарейных приемниках вместо малогабаритных ламп двухвольтовой серии.

В последующих беседах читатель узнает многое другое об электронных лампах. Приложение 1, приведенное в конце книги, дает необходимые сведения о наиболее распространенных приемно-усилительных и выпрямительных лампах.

Советуем прочитать:

А. Х. Якобсон, Радиолампа, Связьиздат, 1951.

А. Д. Батраков и С. Кин, Элементарная радиотехника (Массовая радиобиблиотека), ч. 2, Госэнергоиздат, 1952.

Е. А. Левитин, Рабочие режимы ламп в приемниках (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1950.

Б. Абрамов, Приемно-усилительные лампы (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1952.

Е. А. Левитин. Электронные лампы (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1954.

Беседа семнадцатая

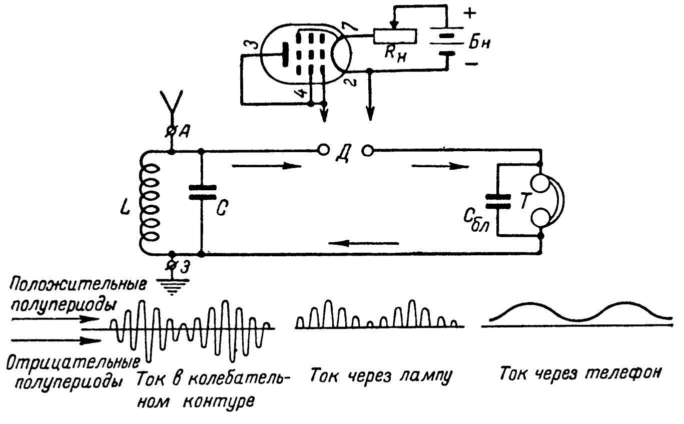
ОТ ДЕТЕКТОРНОГО—К ЛАМПОВОМУ ПРИЕМНИКУ

Познакомившись с радиолампами, переходим к использованию их в простых конструкциях приемников и усилителей.

Электронная лампа — диодный детектор

Прежде всего электронную лампу можно использовать вместо кристаллического детектора. Для этой цели можно было бы применить самую простую радиолампу — диод. Но двухэлектродные лампы с малой затратой энергии на накал не выпускаются. Поэтому в качестве диода мы используем один из широко распространенных батарейных пентодов 2Ж2М или 2К2М.

Для этого нужно соединить между собой на ламповой панельке лепестки гнезд экранирующей сетки и анода. К лепесткам гнезд накала присоедините через реостат батарею накала (можно один элемент, если нет реостата). Вставьте в панельку лампу 2Ж2М или 2К2М, а ее вывод управляющей сетки соедините с любой точкой проводника, соединяющего анод с экранирующей сеткой. Соединяя между собой сетки с анодом, мы этим пентод превращаем в диод. А теперь с помощью проводников соедините нить накала и анод получившегося диода с гнездами детекторного приемника, как это показано на фиг. 155. Мы получили приемник, в котором вместо кристаллического детектора работает диод. На графиках под схемой показаны токи в различных цепях этой схемы.



Фиг. 155. Схема детекторного радиоприемника с диодным детектором; внизу показаны графики токов в различных цепях приемника.

В те моменты, когда на нижнем, заземленном, конце катушки колебательного контура напряжение тока высокой частоты будет иметь положительный знак, анод лампы будет заряжен положительно относительно катода. При этом электроны устремятся к аноду, пройдут через катушку L, телефон T и возвратятся на катод (стрелками показано направление тока). В следующий полупериод напряжение на концах катушки контура изменит свое направление, анод окажется заряженным отрицательно относительно катода, и тока через лампу не будет. В следующие периоды будет повторяться описанный процесс.

Блокировочный конденсатор $C_{бл}$, заряжаясь от импульсов выпрямленного тока высокой частоты и разряжаясь через телефон, будет как бы сглаживать эти импульсы. В результате через телефон пойдет ток звуковой частоты. Получится точно такая картина, как это было при кристаллическом детекторе. Следовательно, электронная лампа может заменить кристаллический детектор. Детектирование с помощью диода называют диодным детектированием, а работающую в нем лампу — диодным детектором.

В качестве диода можно также использовать любую лампу, в том числе и с подогревным катодом, например 6Х6С (лампа, объединяющая в себе два диода), или пентоды 6Ж7, 6К7, триод 6С5, превратив их в диоды.

Преимущество диодного детектора заключается в том, что в нем не нужно «искать» чувствительной точки. Но усиления он не дает, так как ток в его анодной цепи зависит исключительно от силы приходящих сигналов. Недостатком диодного детектора является то, что для своей работы он требует батарею накала.

Этот опыт мы предлагали провести с той лишь целью, чтобы убедиться в том, что кристаллический детектор можно заменить диодным, который работает более устойчиво. Практически же детекторные приемники с диодными детекторами не строят, так как они невыгодны в работе. Целесообразнее сделать одноламповый усилитель к детекторному приемнику или одноламповый приемник.

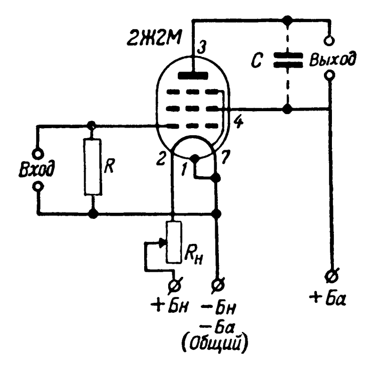
Одноламповый усилитель к детекторному приемнику

Работу однолампового усилителя с триодом мы уже разобрали в предыдущей беседе. Давайте теперь сделаем такой усилитель к детекторному приемнику, а чтобы он лучше усиливал, чтобы слышимость передачи была погромче, применим в нем пентод, например типа 2Ж2М или 2К2М.

Принципиальная схема такого усилителя приведена на фиг. 156. Для питания нити накала его лампы нужна батарея, составленная из двух последовательно соединенных гальванических элементов (например, из элементов типа 3С, 6С или батарей БНС-100), а для питания анодной цепи и цепи экранирующей сетки — батарея БАС-60, БАС-70 или БАС-80. Отрицательные полюсы обеих батарей присоединены к зажиму, обозначенному «Общий». Плюс батареи накала присоединен к зажиму $+Б_н$, а плюс анодной батареи — к зажиму $+Б_а$.

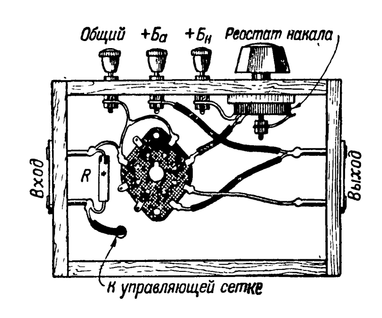
Сопротивление R имеет величину порядка 0,2—0,5 *мгом*. Оно является сопротивлением цепи сетки лампы и одновременно нагрузочным сопротивлением для детекторного приемника. Сопротивление реостата накала $R_н$ — 16—20 *ом*. Одно из гнезд «Выход» соединено с анодом лампы, а другое — с плюсом анодной батареи. Экранирующая сетка лампы соединена с зажимом $+Б_а$, т. е. непосредственно с плюсом анодной батареи. Защитная сетка лампы соединена с катодом внутри лампы. Гнезда «Вход» усилителя соединяются проводниками с гнездами «Телефон» детекторного приемника. При этом телефон включается в гнезда «Выход» усилителя.

Монтажная схема усилителя показана на фиг. 157, а его общий вид — на фиг. 158. Размеры ящика для усилителя мы не указываем, предоставляя этот вопрос решить самим радиолюбителям, сообразуясь с имеющимися деталями.

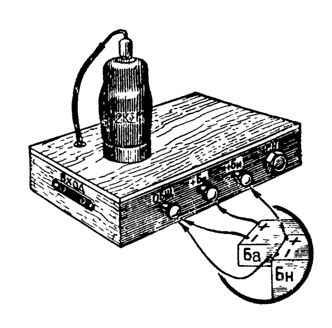


Фиг. 156. Принципиальная схема однолампового усилителя низкой частоты к детекторному приемнику.

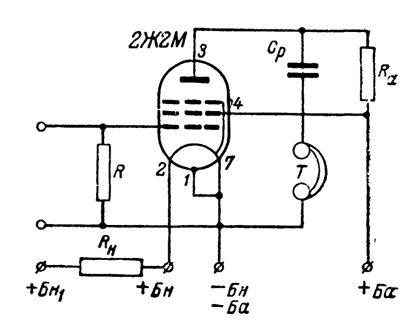
Усилитель может работать без блокировочного конденсатора (на принципиальной схеме он показан пунктирными линиями), поэтому его нет в монтажной схеме (фиг. 157). Когда же усилитель будет работать, нужно попробовать присоединить параллельно выходным гнездам конденсатор емкостью 1—2 тыс. *пф*.



Фиг. 157. Монтажная схема однолампового усилителя.



Фиг. 158. Общий вид однолампового усилителя.



Фиг. 159. Принципиальная схема усилителя для работы с пьезоэлектрическим телефоном. На этой же схеме показано включение сопротивления в цепь накала, если нет реостата.

Если будет замечено некоторое улучшение громкости приема, его нужно вмонтировать в усилитель.

Выход усилителя рассчитан на включение телефона электромагнитного типа. Если же включить на выход пьезоэлектрические телефоны, то анодная цепь лампы окажется разорванной и усилитель работать не будет. При применении пьезоэлектрических телефонов нужно между анодом лампы и зажимом $+Б_а$. включить сопротивление R_a (фиг. 159) величиной в 50—100 *ком*, на котором будет создаваться напряжение тока звуковой частоты. Телефон же следует включать между анодом лампы и общим минусом батарей через конденсатор C_p емкостью в 10—50 тыс. *пф*.

Если у вас не окажется реостата, то рядом с зажимом $+Б_н$ нужно установить еще один зажим $+Б_{н1}$ и включить между этими зажимами проволочное сопротивление $R_н$ в 15—16 *ом*. При этом положительный полюс батареи накала, дающей напряжение 3 *в*, нужно присоединять к зажиму $+Б_{н1}$. Когда же батарея заметно разрядится, этот полюс следует переключить к зажиму $+Б_н$. В крайнем случае нить накала можно питать от одного элемента или батареи с напряжением 1,5 *в*, подключая их без сопротивления.

При отсутствии реостата или если реостат не дает возможности разрывать цепь накала, выключение усилителя придется делать отсоединением одного из проводников батареи накала или вынниманием лампы из панельки. В последнем случае надо браться не за баллон лампы, а за ее цоколь, иначе баллон можно оторвать от цоколя.

В усилителе вместо пентода 2Ж2М или 2К2М можно использовать пальчиковый лучевой тетрод 2П1П или малогабаритный триод УБ-240. При использовании лампы 2П1П надо заменить ламповую панельку и сделать монтаж согласно цоколевке этой лампы.

В случае же использования лампы УБ-240 надо только проводник, идущий к экранирующей сетке, из схемы исключить, а проводник, который шел к верхнему выводу лампы, соединить с гнездом *5* ламповой панельки.

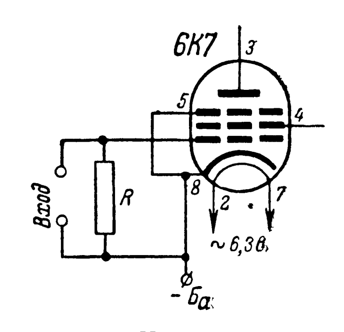
Усилитель можно питать и от сети переменного тока с помощью выпрямителя, если лампу 2Ж2М заменить лампой 6К7 или 6Ж7. В этом случае часть схемы усилителя, относящаяся к лампе, должна принять вид, показанный на фиг. 160.

Однолампoвый усилитель обеспечивает громкий прием на телефон, а также прием на громкоговоритель близких мощных радиовещательных станций.

Простейший одноламповый приемник и его работа

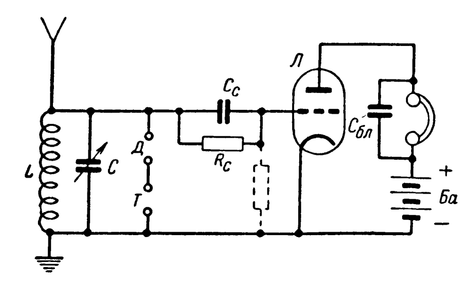
Детекторный приемник с усилителем нетрудно превратить в одноламповый приемник и тем самым избавиться от необходимости иметь кристаллический детектор. Для этого электронную лампу нужно заставить не только усиливать, но и детектировать.

Принципиальная схема такого приемника показана на фиг. 161. В ее левой части мы видим хорошо знакомый детекторный приемник (из схемы исключен только блокировочный конденсатор). Управляющая сетка лампы *Л* через параллельно соединенные между собой конденсатор C_c и сопротивление R_c приключена к верхнему



Фиг. 160. На схеме показаны те изменения, которые нужно произвести в усилителе, чтобы можно было применить в нем лампу 6Ж7 или 6К7.

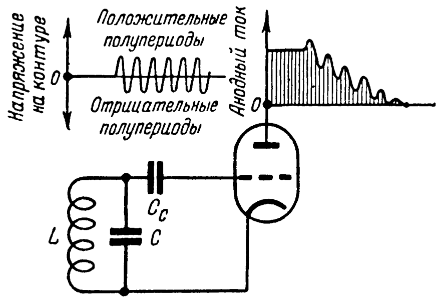
концу катушки L колебательного контура, а катод лампы — к ее нижнему заземленному концу. В анодную цепь лампы включен телефон, заблокированный конденсатором $C_{бл}$. Цепь питания накала лампы на схеме не показана.



Фиг. 161. Принципиальная схема простейшего одноламнового приемника.

Сначала посмотрим, как будет изменяться анодный ток лампы, если в цепи сетки оставить только конденсатор C_c, исключив из нее сопротивление R_c (фиг. 162).

Если на управляющую сетку не подается переменное напряжение контура, в анодной цепи лампы течет ток постоянной величины. При первом же положительном полупериоде на управляющей сетке анодный ток лампы увеличится. Но вместе с этим некоторое количество электронов неизбежно будет притянуто положительно заряженной сеткой и осядет на ней. Эти электроны «стечь» с сетки на катод не смогут, так как путь для них прегражден конденсатором C_c. Поэтому сетка, а вместе

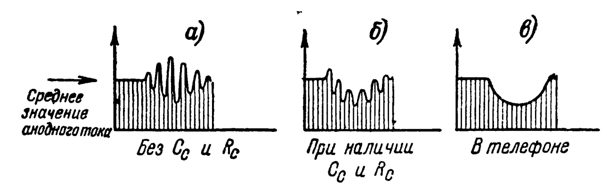


Фиг. 162. Если в цепи сетки будет только один конденсатор, сетка зарядится отрицательно и этим „запрет" лампу.

с ней и правая обкладка конденсатора C_c зарядятся отрицательно (имеем в виду заряд сетки относительно катода лампы, так как левая на схеме обкладка конденсатора C_c соединена через катушку с катодом лампы). При отрицательном полупериоде на сетке анодный ток лампы уменьшится и тока в цепи сетки не будет. Во время следующих положительных полупериодов на сетке осядут новые порции электронов. Вследствие этого отрицательный заряд на сетке будет с каждым положительным полупериодом постепенно увеличиваться, а анодный ток лампы уменьшаться. Наконец, на сетке может оказаться настолько большой отрицательный заряд, что анодный ток прекратится. График анодного тока, показанный наверху в правой части фиг. 162, иллюстрирует сказанное.

Иное дело будет, если параллельно конденсатору C_c присоединить сопротивление R_c. Теперь при положительных полупериодах на сетке конденсатор C_c будет заряжаться отрицательно, а при отрицательных полупериодах он будет разряжаться через сопротивление. Можно также сказать, что при отрицательных полупериодах электроны будут «стекать» с сетки через сопротивление R_c и катушку L на катод. Если величина сопротивления R_c будет достаточно большая, то сетка, а вместе с нею и конденсатор не будут поспевать полностью разряжаться при отрицательных полупериодах. В результате этого в цепи сетки появится пульсирующий ток, образующий на сетке некоторое отрицательное напряжение. Это напряжение на сетке не остается постоянным, а все время изменяется. При увеличении переменного напряжения на контуре отрицательное напряжение на сетке будет возрастать, а анодный ток от этого будет уменьшаться. При уменьшении же переменного напряжения на сетке отрицательное напряжение на ней будет уменьшаться, а анодный ток возрастать.

На фиг. 163 приведены графики, поясняющие действие конденсатора и сопротивления в цепи сетки. График *а* показывает, что если в цепи сетки не будет конденсатора C_c и сопротивления R_c, то анодный ток будет колебаться около своего среднего значения в такт с изменениями напряжения на сетке. В этом случае лампа работает как усилитель высокой частоты. На графике *б* мы видим, как при наличии в цепи сетки C_c и R_c колебания анодного тока уменьшаются, «уходят вниз» под линию его среднего значения.



Фиг. 163. К объяснению действия конденсатора C_c и сопротивления R_c, включенных в цепь управляющей сетки.

Постоянный ток, как нам известно, создать в телефоне звук не может. В телефоне слыш-

ны только его изменения. Пропуская через телефон ток, показанный на графике *б* (фиг. 163), телефон будет отзываться не на каждую маленькую «впадину», а на серию их, образующих большое «углубление». Каждое такое «углубление» в анодном токе будет восприниматься телефоном как толчок тока, действующий на его мембрану. Мембрана будет колебаться в такт с частотой следования этих углублений тока (фиг. 163,*в*), т. е. с частотой модуляции тока высокой частоты радиостанции.

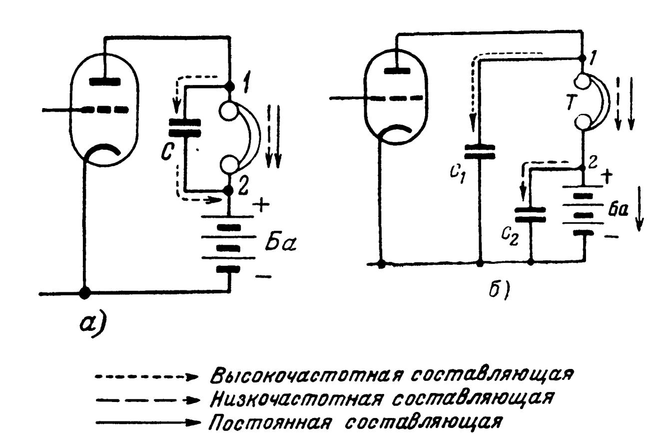
Таким образом, при включении в цепь управляющей сетки лампы конденсатора и сопротивления лампа детектирует колебания высокой частоты и одновременно усиливает получающиеся колебания низкой частоты. Описанный способ детектирования называется сеточным детектированием. Конденсатор C_c, включенный для этой цели в цепь сетки, называют сеточным конденсатором, а сопротивление R_c — сопротивлением утечки сетки.

Емкость сеточного конденсатора может быть в пределах от 100 до 250 *пф*, а величина сопротивления утечки сетки — от 0,5 до 2 *мгом*. Наилучшее сочетание этих величин подбирают опытным путем. Отметим, что сопротивление утечки сетки можно включать не параллельно сеточному конденсатору, а между сеткой и катодом, как это показано на фиг. 161 пунктиром. От этого процесс детектирования не изменится; если в первом случае электроны стекали с сетки на катод через сопротивление и катушку, во втором случае они стекают через сопротивление прямо на катод, минуя катушку.

При наружной антенне и хорошем заземлении описанный приемник будет работать так же, как детекторный приемник с однозамповым усилителем низкой частоты. Для приема дальних станций чувствительность этого приемника недостаточна.

Составляющие анодного тока и их разделение

Рассматривая график *б* (фиг. 163), нетрудно заметить, что анодный ток лампы, имея одно направление, колеблется по величине, т. е. пульсирует. На кривой имеются «следы» колебаний высокой частоты. Значит, в анодной цепи лампы протекают одновременно три тока: постоянный, переменный ток высокой частоты и переменный ток низкой частоты. Эти токи называют: первый — постоянной составляющей, второй — переменной составляющей высокой частоты и



Фиг. 164. Разделение анодного тока на составляющие.

третий — переменной составляющей низкой частоты.

Телефон, включенный в анодную цепь лампы, ведет себя по отношению к составляющим анодного тока по-разному. Постоянную составляющую телефон пропускает через себя свободно. Для составляющей высокой частоты индуктивное сопротивление катушек телефона очень велико и поэтому через телефон этому току пройти очень трудно, составляющая же низкой частоты проходит через телефон более свободно.

Поведение блокировочного конденсатора совершенно противоположно телефону. Он через себя совершенно не пропускает постоянной составляющей, оказывает очень большое сопротивление составляющей низкой частоты и хорошо проводит составляющую высокой частоты. Поэтому анодный ток между точками *1* и *2* (фиг. 164,*а*) разделяется на составляющие: высокочастотная составляющая идет через конденсатор $C_{бл}$, а постоянная и низкочастотная составляющие, которым трудно пройти через конденсатор, проходят через телефон.

В остальной части анодной цепи все эти составляющие идут вместе.

Блокировочный конденсатор включают специально для того, чтобы ток высокой частоты, не нужный для действия телефона, пропустить мимо него.

Заметим, что приемник может работать и без блокировочного конденсатора. В этом случае ток высокой частоты будет «просачиваться» через междувитковую емкость катушек телефона и емкость между соединительными проводниками. Однако прием при этом обычно получается слабее. Для нормальной работы приемника блокировочный конденсатор нужен.

В схеме фиг. 164,*а* высокочастотная и низкочастотная составляющие проходят через анод-

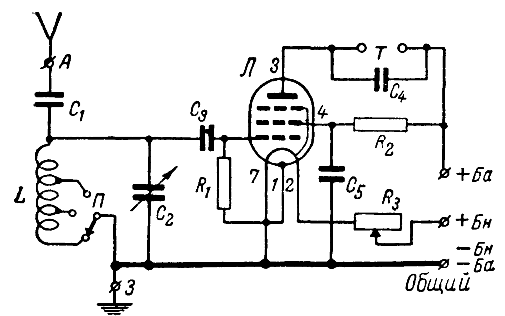
ную батарею. Она оказывает некоторое сопротивление переменным составляющим, которое возрастает по мере разряда батареи. Поэтому желательно, чтобы переменные составляющие проходили, минуя анодную батарею, как это осуществлено в схеме, показанной на фиг. 164,*б*. Здесь конденсатор C_1 служит для пропускания высокочастотной составляющей в обход телефона и батареи, а конденсатор C_2 — для пропускания низкочастотной составляющей мимо батареи. Через анодную батарею проходит только постоянная составляющая.

Емкость высокочастотного блокировочного конденсатора C_1 должна быть 1—3 тыс. *пф*. Увеличение ее ведет к тому, что через конденсатор проходят одновременно и наиболее высокие частоты тока низкой частоты, отчего приемник начнет «басить». Конденсатор C_2, блокирующий анодную батарею, должен иметь такую емкость, чтобы для самых низких частот его сопротивление было меньше, чем сопротивление батареи. Практически этот конденсатор должен иметь емкость от 0,1 до 2 *мкф*.

Для простоты пояснения сеточного детектирования и работы одноламповото радиоприемника мы рассмотрели схему с трехэлектродной лампой. Если ее заменить пентодом, приемник даст лучший результат.

Как сделать простейший одноламповый радиоприемник

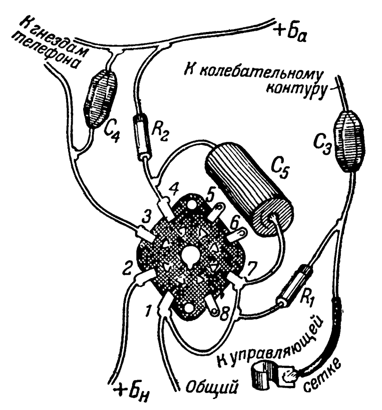
Принципиальная схема простейшего батарейного одноламповото приемника приведена на фиг. 165. В нем используется пентод 2Ж2М или 2К2М. Положительное напряжение на экранирующую сетку лампы подается через сопротивление R_2 величиной 50—80 *ком*. Эта сетка соединена с катодом лампы через конденсатор C_5 емкостью в 0,1—0,5 *мкф*. Конденсатор C_4 (1—3 тыс. *пф*) блокирует выход приемника. Емкость антенного конденсатора $C_1 = 80 - 100$ *пф*, сеточного конденсатора $C_3 = 150 - 200$ *пф*. Величина сопротивления утечки сетки R_1 около 1 *мгом*. Колебательный контур используем от любого имеющегося детекторного приемника.



Фиг. 165. Принципиальная схема простейшего батарейного одноламповото радиоприемника.

Напряжение анодной батареи $Б_a$ может быть 45—90 *в*. При использовании батареи накала, состоящей из двух последовательно соединенных элементов, она включается через реостат накала R_3 сопротивлением в 16—20 *ом* или через гасящее сопротивление. Отрицательные полюса батареи присоединяются к заземленному, «общему», зажиму.

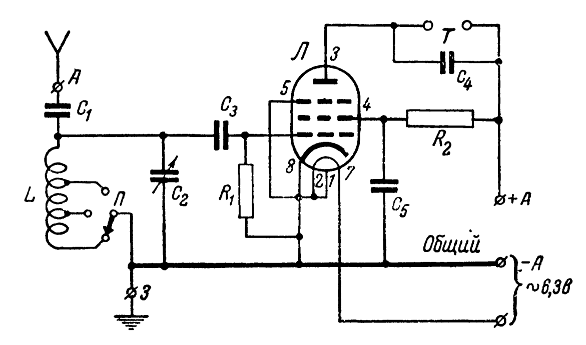
Часть монтажной схемы, относящейся к лампе, показана на фиг. 166. При желании



Фиг. 166. Часть монтажной схемы одноламповото батарейного радиоприемника.

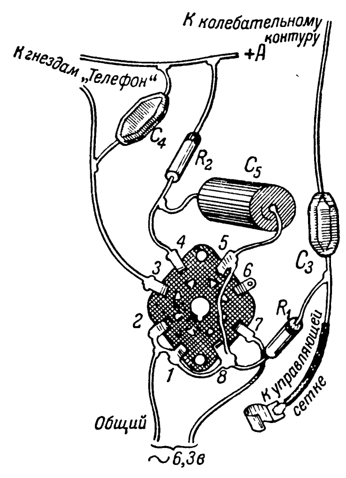
она может быть выполнена на отдельной панельке по типу описанного выше однолампового усилителя и соединяться с контуром детекторного приемника. Эту часть схемы можно смонтировать и вместе с детекторным приемником. Во время испытания приемника надо попробовать отсоединить конец сопротивления R_1 от гнезда *7* и присоединить его к гнезду *2*, оставив то включение, при котором будет лучший результат.

В приемнике можно также применить более экономичные пальчиковые лампы 1К1П, 1Б1П (в лампе 1Б1П используется только пентодная часть). Монтаж в этом случае нужно делать согласно цоколевке этих ламп.



Фиг. 167. Принципиальная схема простейшего сетевого одноламповото радиоприемника.

На фиг. 167 приведена принципиальная схема такого же приемника, но с подогревным пентодом 6К7, 6Ж7 или 6К9С. Часть монтажной схемы, относящейся к лампе, показана на фиг. 168. Защитная сетка (гнездо *5*) соединяется с катодом лампы (гнездо *8*) во время монтажа. Катод лампы и один из концов нити накала соединяются между собой и с заземленным проводником. Баллон лампы также



Фиг. 168. Часть монтажной схемы простейшего сетевого однолампового радиоприемника, относящаяся к лампе.

заземляется. Данные деталей этого приемника такие же, как и в предыдущем батарейном приемнике.

В приемнике можно использовать также одноцокольный пентод 6Ж8 или 6К3, а также триод 6С5. Но при этом надо помнить, что цоколевка этих ламп иная.

Приемник можно питать от любого из выпрямителей, описание которых дается ниже, в беседе о питании приемников от сети. Переменное напряжение (6,3 *в*) для питания накала лампы присоединяется к зажиму «Общий» и к зажиму, соединенному с гнездом *7* ламповой панельки. Минус постоянного напряжения (220—250 *в*) для питания анодной цепи и цепи экранирующей сетки присоединяется к зажиму «Общий», а плюс к зажиму $+A$.

Испытание приемника. Когда приемник (батарейный или сетевой) будет смонтирован, надо прежде всего проверить по принципиальной схеме правильность всех соединений, убедиться в их прочности, включить в гнездо *Т* электромагнитный телефон и присоединить к приемнику источники питания. Если спустя 30—40 сек. дотронуться пальцем до управляющей сетки лампы, то в телефоне должны быть слышны гул и писк, свидетельствующие об исправной работе лампы. После этого можно подключить антенну и заземление и начать настройку приемника.

Если приемник работать не будет, нужно еще раз осмотреть монтаж, проверить детали испытателем.

Чувствительность приемника

Чем слабее передача, которая может быть услышана на радиоприемник, тем он чувствительнее. Если с помощью приемника можно слушать большое количество отдаленных и маломощных радиостанций, говорят, что этот приемник обладает хорошей чувствительностью.

Чувствительность лампового приемника прежде всего зависит от усиления, которое дают его лампы, и от качества колебательного контура. Кроме того, чувствительность зависит от качества антенны и заземления. Приемник, содержащий несколько следующих друг за другом усилительных ламп, имеет бо̀льшую чувствительность, чем одноламповый приемник. Чувствительность при приеме на наружную антенну выше, чем при приеме на комнатную антенну или на антенну-заменитель.

Простейший одноламповый радиоприемник, описание которого приведено в этой беседе, даже при наличии наружной антенны и при хорошей катушке его колебательного контура не обладает достаточной чувствительностью для приема отдаленных и маломощных радиостанций. Повысить его чувствительность можно путем введения обратной связи. Об этом мы расскажем в следующей беседе.

Советуем прочитать:

А. Д. Батраков и С. Кин, Элементарная радиотехника (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1952.

И. П. Жеребцов, Радиотехника, Связьиздат, 1953.

Беседа восемнадцатая

ОДНОЛАМПОВЫЙ РАДИОПРИЕМНИК С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

Прежде чем строить приемник с обратной связью, обладающий повышенной чувствительностью, надо поговорить о сущности обратной связи. Но сначала проведем короткий опыт с простейшим одноламповым приемником.

Опыт с одноламповым приемником

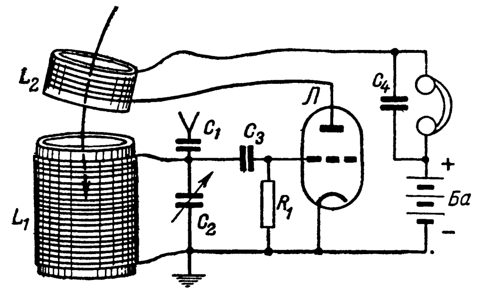
В анодную цепь лампы приемника включите между анодом и телефоном, как это показано на фиг. 169, малую катушку, которой мы пользовались при первых опытах с детекторным приемником (для простоты схемы на фиг. 169 не показана цепь накала и вместо пентода изображен триод). Будем называть эту катушку анодной катушкой и обозначим ее L_2. Настроившись на какую-либо радиостанцию, приблизим анодную катушку L_2 к катушке колебательного контура L_1. При этом мы должны получить усиление или ослабление приема. Если замечается ослабление слышимости, перевернем анодную катушку другой стороной и опять поднесем ее к катушке контура. Чем больше будем сближать катушки, тем большее усиление должны получить. Однако если катушки сблизить очень сильно или же анодную катушку ввести внутрь катушки контура, то в телефоне будет слышен свист, искажающий передачу.

Включив анодную катушку, мы получили приемник с обратной связью. С помощью него можно слушать на телефон многие радиостанции, которые сложный многоламповый радиоприемник принимает на громкоговоритель.

Разберемся в тех явлениях, которые при этом происходят.

Обратная связь

Мы знаем, что при настройке колебательного контура приемника в резонанс с частотой передающей радиостанции в нем создаются наиболее сильные электрические колебания высокой частоты.



Фиг. 169. Опыт с простейшим одноламповым приемником.

Нам известно также, что в анодной цепи детекторной лампы имеется составляющая тока высокой частоты. Частота ее равна частоте тока в колебательном контуре. Известно нам и то, что вокруг катушки с переменным током создается переменное магнитное поле.

Приближая анодную катушку к катушке колебательного контура, мы этим самым вводим в нее и переменное поле высокой частоты. Это поле, действуя на витки катушки колебательного контура, индуктирует в ней ток высокой частоты, причем частота его равна частоте тока в контуре. Следовательно, некоторую часть энергии колебаний высокой частоты мы передаем из анодной цепи лампы обратно в колебательный контур.

Анодную катушку, с помощью которой передают энергию из анодной цепи лампы в колебательный контур, включенный в цепь сетки этой лампы, называют катушкой **обратной связи**, а приемник с такой катушкой — регенеративным приемником или, сокращенно, **регенератором**.

Колебания высокой частоты, полученные контуром из анодной цепи лампы через катушку обратной связи, будут усиливать, «подталкивать» те колебания, которые уже существуют в контуре. Усиленные, они вновь попадают на сетку лампы, опять усиливаются, снова подаются обратно в контур сетки и так далее, пока не наступит некоторый предел усиления, определяемый свойствами лампы и контура. Усиление зависит от расстояния между катушками анодной цепи и колебательного контура.

Увеличивая эту связь, мы повышаем чувствительность приемника. Одновременно с этим приемник становится более **избирательным**, т. е. способным более четко выделять передачу той станции, на которую он настроен.

Собственная генерация

Когда катушка обратной связи передает из анодной цепи лампы в колебательный контур чрезмерно много энергии (когда катушки находятся очень близко друг к другу) или, как говорят, получается очень сильная **обратная связь**, в контуре создаются собствен-

ные колебания высокой частоты — приемник начинает генерировать колебания высокой частоты, становится маленьким передатчиком. В нем колебания существуют независимо от того, поступают колебания из антенны или нет. Говорят: такой приемник самовозбуждается.

То, что приемник с обратной связью обладает повышенной чувствительностью и избирательностью, является его достоинством. А вот то, что он при сильной обратной связи генерирует колебания высокой частоты, в этом его недостаток. В колебательном контуре приемника могут одновременно существовать колебания с частотой радиостанции и собственные колебания с несколько другой частотой. Складываясь вместе, эти колебания образуют так называемые биения, представляющие собой колебания с третьей, меньшей, частотой.

Как же проявляют себя эти биения?

Настроим наш приемник на передающую радиостанцию и приблизим катушку обратной связи к контурной настолько, что в приемнике возникнет генерация. При этом мы услышим, кроме передачи, еще добавочный непрерывный звук. Если медленно изменять настройку контура, высота этого звука будет изменяться.

Эти колебания звуковой частоты, слышимые в телефоне, и являются биениями. Они искажают и портят принимаемую передачу.

Но этим еще не исчерпываются недостатки генерирующего приемника. Он, кроме того, создает помехи приему на соседних приемниках, которые сами работают нормально и не генерируют. Происходит это потому, что через антенну генерирующего приемника его колебания излучаются в пространство и достигают антенн находящихся поблизости приемников. При попытке приема на эти приемники той же станции, на которую настроен излучающий приемник, в них будут также создаваться колебания с двумя частотами, биения которых дадут свист, мешающий приему.

Помехи от генерирующих радиоприемников представляют большое зло. Поэтому владельцы приемников с обратной связью должны быть осторожны в обращении с ними.

Усиление с помощью обратной связи

Наибольшее усиление приемника с обратной связью получается на пороге генерации, т. е. когда достаточно малейшего изменения положения катушки обратной связи, чтобы приемник загенерировал. В таком положении приемник дает наибольшее усиление и не вносит заметных искажений в передачу.

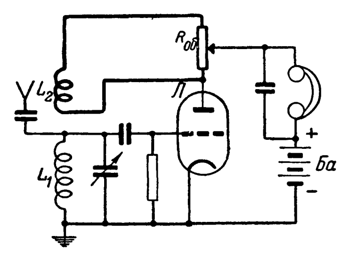
Отметим, что обратная связь наиболее эффективна при приеме отдаленных маломощных радиостанций. Таким образом, одноламповый приемник с обратной связью является приемником для дальнего приема. Однако громкоговорящего приема он не обеспечивает, для приема на громкоговоритель приходится добавлять к нему усилитель низкой частоты.

Способы регулирования обратной связи

В схеме, показанной на фиг. 169, величину обратной связи мы изменяли путем перемещения катушки обратной связи относительно катушки контура. При этом катушка обратной связи была включена последовательно в анодную цепь. Такая схема носит название схемы последовательной обратной связи. На практике обычно не приближают катушку обратной связи, а подобно вариометру поворачивают ее с помощью ручки.

Существует еще несколько способов регулирования обратной связи. Разберем наиболее распространенные из них.

Разновидностью схемы с последовательной обратной связью является схема, показанная на фиг. 170.

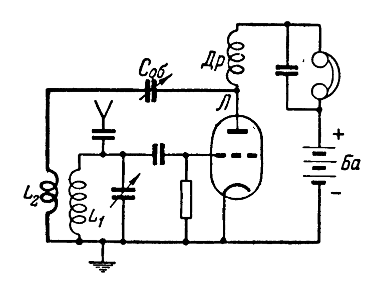


Фиг. 170. Принципиальная схема одноламповго приемника, в котором регулирование обратной связи производится переменным сопротивлением.

Здесь катушка обратной связи L_2 намотана на общем каркасе с катушкой колебательного контура и величина обратной связи регулируется переменным сопротивлением $R_{об}$ которое включено параллельно катушке обратной связи. Когда ползунок сопротивления $R_{об}$ находится в верхнем положении, оно оказывает анодному току, и в том числе его высокочастотной составляющей, значительно большее сопротивление, чем катушка. В этом случае почти весь анодный ток вынужден идти через катушку обратной связи. Величина обратной связи в это время небольшая. Когда же ползунок сопротивления находится в нижнем положении, то весь анодный ток потечет мимо катушки обратной связи. В этом случае обратная связь действовать не будет. Таким образом,

перемещая ползунок сопротивления, мы изменяем величину обратной связи.

Другой способ регулирования обратной связи показан на схеме фиг. 171. Здесь, так же как и в предыдущей схеме, катушка обратной связи L_2 укреплена неподвижно рядом с катушкой контура, величина же обратной



Фиг. 171. Принципиальная схема одноលампового радиоприемника, в котором регулирование обратной связи производится конденсатором переменной емкости.

связи регулируется конденсатором переменной емкости $C_{об}$, который называют конденсатором обратной связи.

Проследим анодную цепь схемы фиг. 171. Минус анодной батареи соединен с катодом лампы, а плюс — с анодом лампы через телефон и дроссель высокой частоты *Др*. Но к аноду лампы присоединена еще одна цепь, состоящая из конденсатора $C_{об}$ и катушки обратной связи L_2, конец которой соединен с катодом лампы (через заземленный проводник). Обе эти параллельные цепи несут различные токи: левая цепь — только ток высокой частоты, а правая цепь — составляющую низкой частоты вместе с постоянной составляющей анодного тока. Почему же так разделились составляющие анодного тока?

Через конденсатор $C_{об}$ постоянный ток течь не может.

Через дроссель высокой частоты *Др* доступ току высокой частоты закрыт, так как этот дроссель обладает большим индуктивным сопротивлением. Таким образом, по правой цепи пойдет только постоянный ток, изменяющийся со звуковой частотой. Он заставит телефон звучать.

Ток высокой частоты вынужден идти через конденсатор $C_{об}$ и катушку обратной связи L_2. Изменяя емкость конденсатора $C_{об}$, мы увеличиваем (при большей емкости) или уменьшаем (при меньшей емкости) переменное поле катушки L_2 и этим изменяем величину обратной связи.

Наибольшую емкость конденсатора $C_{об}$ выбирают такой, чтобы он хорошо пропускал ток высокой частоты и в то же время оказывал очень большое сопротивление току звуковой частоты.

Такую схему регулирования обратной связи называют параллельной схемой.

Конденсатор обратной связи в практических схемах обычно включают не между анодом и катушкой, а между катушкой и заземленным проводником.

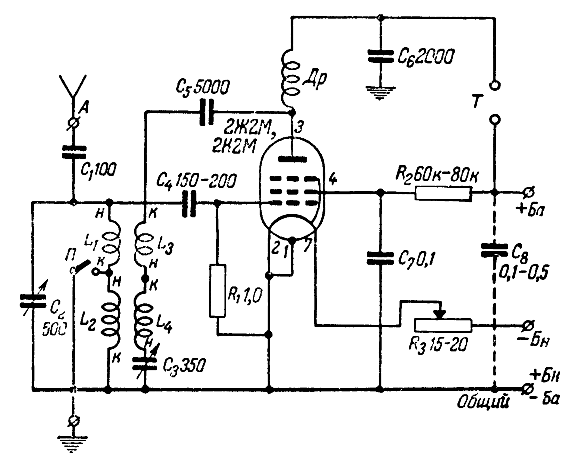
Самодельный батарейный одноламповый приемник с обратной связью

Принципиальная схема этого радиоприемника приведена на фиг. 172[1]. Она отличается от разобранных в этой беседе схем в основном только тем, что в ней вместо триода используется пентод типа 2К2М или 2Ж2М.

В этой схеме в цепь обратной связи входят конденсаторы C_3 и C_5 и катушки L_3 и L_4. Конденсатор C_3, регулирующий величину обратной связи, для удобства монтажа включен между заземленным проводником и катушкой обратной связи. Конденсатор C_5, включенный в цепь обратной связи, выполняет только роль предохранителя на случай замыкания пластин конденсатора C_3. Емкость конденсатора C_5 должна быть такой, чтобы он почти не оказывал сопротивления переменному току высокой частоты, — 3—5 тыс. *пф*. Если не будет конденсатора C_5, то при случайном соединении пластин конденсатора C_3 анодная батарея окажется замкнутой (через телефон, дроссель и катушки L_3 и L_4). Конденсатор C_5 исключает эту неприятность.

Конденсатор C_8 емкостью 0,1—0,5 *мкф* блокирует анодную батарею для переменной со-

[1] Начиная с этой схемы, величины сопротивлений и емкости конденсаторов будут обозначаться сокращенно, согласно приложению 5, приведенному в конце книги.



Фиг. 172. Принципиальная схема батарейного радиоприемника с обратной связью.

ставляющей звуковой частоты. Хотя приемник будет работать и без этого конденсатора, однако его присутствие желательно, особенно при частично разрядившейся анодной батарее.

Приемник рассчитан на прием радиостанций двух диапазонов: средневолнового — от 200 до 550 *м* и длинноволнового — от 750 до 2 000 *м*. Разомкнутое положение переключателя *П* соответствует длинноволновому диапазону, а замкнутое — средневолновому диапазону. В первом случае в колебательный контур входят конденсатор переменной емкости C_2 и последовательно соединенные катушки L_1 и L_2. Во втором случае катушка L_2 замыкается накоротко и в контуре работает одна катушка L_2 в сочетании с конденсатором C_2. Таким образом переключение диапазонов (грубая настройка) осуществляется переключателем *П*, а плавная настройка — конденсатором переменной емкости C_2.

Цепь обратной связи приемника также состоит из двух последовательно соединенных катушек L_3 и L_4. Когда приемник настраивается в диапазоне средних волн, средневолновая катушка L_1 получает энергию из анодной цепи в основном через катушку L_3. Катушка L_4 в это время принимает менее активное участие в работе. При приеме же длинных волн, когда в контур входят катушки L_1 и L_2, в цепи обратной связи с одинаковой активностью действуют обе катушки обратной связи L_3 и L_4. Величина обратной связи на обоих диапазонах регулируется конденсатором C_3.

Электрические величины всех сопротивлений и емкости конденсаторов приемника указаны на его принципиальной схеме (фиг. 172). Емкость конденсаторов C_7 и C_8 можно значительно увеличить, что иногда положительно сказывается на работе приемника.

Конденсаторы переменной емкости могут быть как с воздушным, так и с твердым диэлектриком. Они могут быть самодельными (см. фиг. 90). Дроссель высокой частоты *Др* заводской или самодельный.

Анодная батарея $Б_а$ напряжением 60—80 *в* (например, БАС-60 или БАС-80). Батарея накала $Б_н$ может быть составлена из двух последовательно соединенных элементов типа 3С. Батареи присоединяются к соответствующим зажимам приемника. Если цепь накала будет питаться от одного элемента, то необходимость в сопротивлении R_3 отпадет.

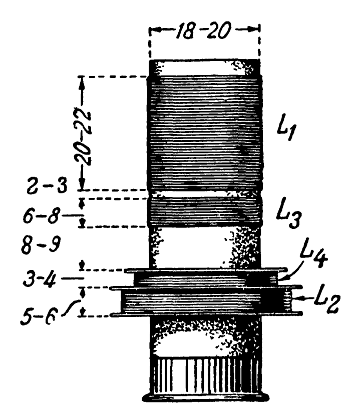
В приемнике могут быть также применены пальчиковые лампы типа 1К1П или 1Б1П. Принципиальная схема приемника от этого не изменяется, изменяется только монтаж ламповой панельки, так как эти лампы имеют цоколевку (см. приложение 1), отличную от ламп 2Ж2М и 2К2М. Если в приемнике будет использована лампа 1Б1П (диод — пентод), в приемник включается только пентодная часть ее: анод диода в схему вообще не включается.

Для питания нити накала пальчиковой лампы потребуется только один элемент. При этом сопротивление R_3 из схемы можно исключить.

Катушки приемника

Устройство катушек приемника показано на фиг. 173. Все они расположены на одном каркасе диаметром 18—20 *мм*, в качестве которого можно использовать, например, картонную гильзу от охотничьего ружья 12-го калибра. Средневолновая катушка контура L_1 и катушка обратной связи L_3 — однослойные; катушки L_2 и L_4 — многослойные, намотаны «внавал» между щечками. Катушка L_1 содержит 120—125 витков провода ПЭ 0,2—0,25 *мм*, а катушка L_3 — 50—60 витков того же провода. Катушка L_2 содержит 230—250 витков провода ПЭШО или ПЭ 0,15—0,2 *мм*, а катушка L_4 — 70—85 витков того же провода. Для катушек можно использовать и более толстый провод с другой, но хорошей, неиспорченной изоляцией.

Обращаем внимание на включение катушек. Катушки колебательного контура L_1 и L_2 должны быть намотаны в одну сторону и соединены между собой последовательно так, чтобы длинноволновая катушка L_2 являлась продолжением средневолновой катушки L_1, т. е. к концу (К) катушки L_1 присоединяется начало (Н) катушки L_2. В противном случае магнитные поля контурных катушек будут направлены навстречу друг друга и мы не получим возможности настраивать приемник на все радиостанции длинноволнового диапазона. Катушки обратной связи L_3 и L_4 также долж-



Фиг. 173. Катушки для однолампового радиоприемника с обратной связью.

ны быть соединены последовательно так, чтобы их магнитные поля складывались. Ошибочное включение катушек обратной связи ведет не к усилению, а к ослаблению приема. Исправить ошибку во включении катушек обратной связи можно, поменяв порядок подключения их концов.

В приемнике могут быть использованы и готовые катушки, например, так называемые катушки входного контура приемника «Родина» или от приемников старых выпусков типа БИ-234, СИ-235.

В приемнике можно использовать и катушки индуктивности, которые мы делали для детекторных приемников.

Очень удобно, например, использовать вариометр. Его малая катушка может служить катушкой обратной связи, а большая — катушкой колебательного контура приемника. Грубая настройка контура будет производиться переключением отводов большой катушки, как это было в детекторном приемнике, а плавная — конденсатором переменной емкости. При этом катушка обратной связи (подвижная катушка вариометра) отсоединяется от большой катушки и включается в анодную цепь лампы, как это показано на фиг. 169. Регулировка обратной связи в этом случае будет осуществляться вращением анодной катушки внутри катушки колебательного контура.

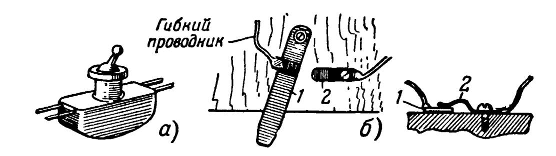
Чтобы использовать однослойную цилиндрическую катушку с отводами, ее нужно обернуть одним слоем бумаги, а затем поверх бумаги намотать в один слой 60—80 витков провода ПЭ или ПЭШО 0,15—0,2 *мм*, распределив их витки по всей длине катушки. Верхняя катушка и будет катушкой обратной связи. Она включается в приемник по схеме, показанной на фиг. 170. В этом случае регулирование обратной связи осуществляется переменным сопротивлением, величина которого должна составлять 4—8 *ком*. Желательно, чтобы это сопротивление было проволочным. Грубая настройка приемника производится переключением секций, а плавная — конденсатором переменной емкости. Настройка катушки при помощи переключателей, как это было в простом детекторном приемнике, здесь непригодна, так как такой способ не дает точной настройки, а для приемника с обратной связью точность имеет решающее значение.

Те из наших читателей, которые собирали детекторный приемник с настройкой металлом, могут сделать еще одну катушку корзинчатого типа, имеющую 100—120 витков. Ее надо приспособить так же, как и металлический диск, только с другой стороны катушки. Эта вторая катушка будет катушкой обратной связи. Включить ее надо по схеме, показанной на фиг. 169.

Проводя эксперименты с различными схемами обратной связи, принимайте все меры к тому, чтобы провода анодной и сеточной цепей лампы были возможно короче и удалены дальше друг от друга. Иначе возникает паразитная обратная связь, не поддающаяся регулированию.

Переключатель диапазонов

В качестве переключателя диапазона в приемнике можно использовать любой переключатель, например заводской типа «Тумблер», показанный на фиг. 174,*а* или самодельный.



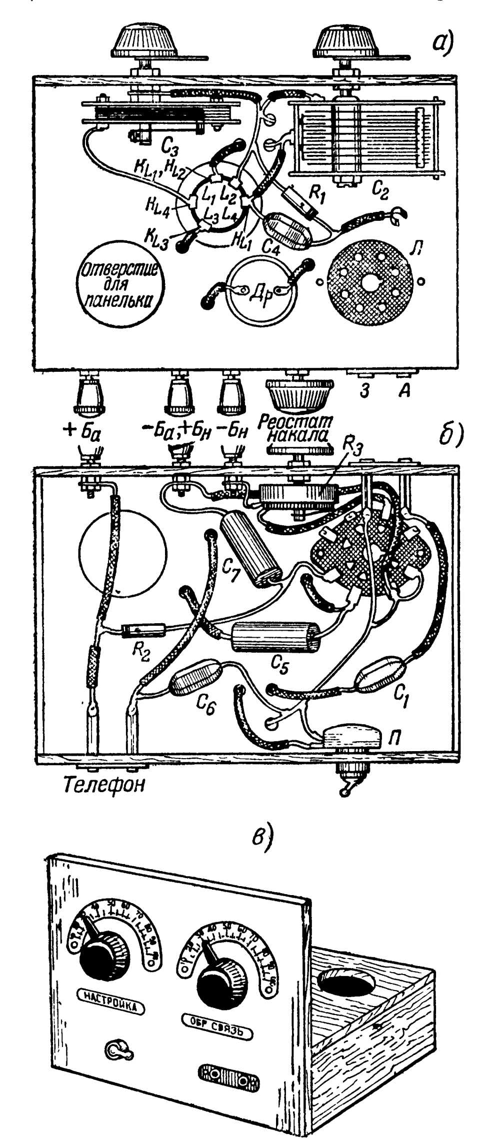
Фиг. 174. Переключатели.
а — малогабаритный заводский типа „Тумблер"; *б* — самодельный ножевого типа.

Устройство простейшего самодельного переключателя ножевого типа показано на фиг. 174,*б*. Эта небольшая, длиной 40—50 *мм* и шириной 10—15 *мм* планочка, вырезанная из какого-нибудь изоляционного материала, можно из сухой фанеры. Один конец планочки укреплен шурупом через отверстие к панели приемника; другой ее конец выступает за пределы края панели. В середине планочки укреплена жестяная скобочка, к которой припаян гибкий проводничок. Против скобочки укреплена пружинящая пластинка, к которой также припаян проводник. Если выступающий конец планочки переместить вправо, то скобочка будет соприкасаться с пружинящей пластинкой, замыкая тем самым цепь, в которую включен переключатель.

Конструкция и монтаж приемника

Монтажные схемы и общий вид батарейного однолампового приемника с обратной связью показаны на фиг. 175. Приемник монтируется на угловой фанерной панели. На лицевую сторону ее вертикальной части выходят концы осей конденсатора настройки C_2 и конденсатора обратной связи C_3, снабженные ручками со стрелками-указателями. Рядом с ними укрепляются шкалы. На вертикальной панели крепятся также переключатель диапазонов и гнезда для включения телефона. На горизонтальной части панели укреплены катушки и дроссель высокой частоты. Ламповая

панелька крепится на горизонтальной части панели снизу. Отверстие для ламповой панельки должно иметь диаметр 27—28 *мм*. Реостат накала, зажимы для подключения батарей, а также гнезда антенны и заземления укрепляются на задней стенке панели. Все остальные детали приемника монтируются в «подвале» панели. Размер панели желательно иметь с некоторым запасом, чтобы в дальнейшем на ней можно было бы установить еще одну ламповую панельку для лампы усилителя низкой частоты. Для этой цели в панели нужно заранее сделать отверстие. В зависимости от имеющихся деталей размер конструкции в целом может быть изменен, но расположение их на панели надо сохранить то, которое указано на монтажных схемах.



Фиг. 175. Конструкция и монтаж батарейного однолампового радиоприемника с обратной связью. *а* — вид сверху; *б* — вид снизу; *в* — вид спереди.

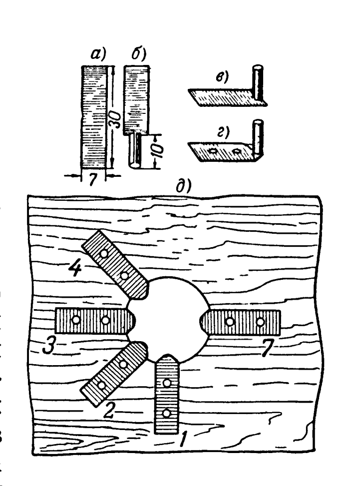
При отсутствии зажимов для подключения батарей их можно заменить выводами из гибких изолированных проводников.

Радиолюбители по своему усмотрению могут добавить в схему специальные гнезда для включения детектора и телефона на случай использования приемника как детекторного.

Самодельные ламповые держатели

Если на первых порах у радиолюбителя не окажется готовой ламповой панельки, вместо нее можно применить самодельные ламповые гнезда, устройство которых показано на фиг. 176. Из жести, например из незаржавленной консервной банки, из тонкой листовой латуни или меди нарезаются по числу штырьков используемой лампы прямоугольные полоски шириной по 7 *мм* и длиной 30 *мм*. Отступив от одного конца полоски на 10 *мм* с обеих сторон, ножницами делаются надрезы на глубину 2—2,5 *мм* (фиг. 176,*а*). Затем с помощью плоскогубцев или каким-либо другим способом надрезанные края полоски сгибаются на гнезде или проволоке диаметром около 2 *мм*, так чтобы получились трубочки (фиг. 176,*б*). Эти трубочки загибаются под прямым углом вверх (фиг. 176,*в*) и к ним пригибаются уголки надрезов (фиг. 176,*г*). Для прочности гнезд эти уголки желательно припаять к трубочкам. Образовавшийся прорез в трубочках пропаивать не нужно. В полосках делаются шилом два отверстия, через которые они будут крепиться к внутренней стороне панели приемника.

Далее в панели приемника проделывают круглое отверстие диаметром около 25 *мм*. С внешней стороны панели приемника вставляют лампу штырьками в отверстие, а с внутренней стороны на штырьки надевают гнезда. Гнезда не должны соприкасаться между собой, а их плоские основания с отверстиями должны расходиться в стороны по радиусам. В таком виде они крепятся гвоздиками или мелкими шурупами к краю отверстия в панели приемника (фиг. 176,*д*). Концы гнезд отгибаются, к



Фиг. 176. Изготовление ламповых гнезд.

ним будут припаиваться соединительные проводники.

Вставлять и вынимать лампу нужно осторожно, чтобы не попортить гнезда. Если нет хорошего контакта между штырьками лампы и гнездами, их можно согнуть больше. Так как в получившейся ламповой панельке нет направляющего ключа, необходимо следить за правильностью вставления лампы. В батарейных лампах удобно ориентироваться по штырьку 7, удаленному от других.

Испытание приемника и пользование им

Приемник рекомендуем испытывать в следующем порядке. Сначала, присоединив к колебательному контуру цепочку, составленную из детектора и телефона (если в приемнике не сделаны гнезда для их включения), и подключив антенну и заземление, испытываем приемник как детекторный. Затем, отпаяв от анода лампы вывод конденсатора C_5 (отключив этим цепь обратной связи), вставляем лампу, приключаем батареи и, включив телефон в анодную цепь, испытываем приемник без обратной связи. Добившись работы приемника и проверив настройку на радиостанции на обоих дипазонах, можно включить цепь обратной связи (припаять конденсатор C_5).

Дальнейшее налаживание приемника сводится к регулированию обратной связи. Это надо начинать со средневолнового диапазона. Настроившись на какую-либо радиостанцию на этом диапазоне, вращаем ось конденсатора обратной связи C_3. При увеличении емкости конденсатора обратной связи громкость приема должна увеличиваться. При некотором положении подвижных пластин будет слышен мягкий щелчок, после которого появится свист, искажающий прием. Этот щелчок является порогом генерации. Если же щелчок не появится, а увеличение емкости конденсатора C_3 будет снижать громкость приема, значит, неправильно включена катушка обратной связи L_3. В этом случае нужно изменить порядок включения ее выводов.

Генерация должна наступать примерно при среднем положении подвижных пластин конденсатора обратной связи. Если же она наступает при небольшой емкости конденсатора, значит, велика индуктивность катушки обратной связи L_3. Наоборот, позднее возникновение генерации (при большой емкости конденсатора C_3) указывает на недостаточную индуктивность катушки L_3. Нужно добиться, чтобы генерация возникала при средней емкости конденсатора обратной связи. Это достигается увеличением (для первого случая) или уменьшением (для второго случая) числа витков катушки обратной связи L_3. Изменять индуктивность контурной катушки при этом не нужно.

Если с увеличением емкости конденсатора обратной связи громкость приема возрастает, но генерация не наступает даже при наибольшей его емкости, это также является следствием малой индуктивности катушки L_3. В некоторых случаях полезно катушку обратной связи намотать поверх катушки контура, сделав между ними бумажную прокладку.

После того как будет налажена работа обратной связи в средневолновом диапазоне, переключатель диапазонов устанавливается в положение приема длинных волн. Длинноволновый диапазон налаживается точно так же, как и средневолновый, но не затрагивая катушек средневолнового диапазона. Здесь также нужно добиться, чтобы генерация наступала при среднем положении подвижных пластин конденсатора обратной связи.

Не исключено, что на длинноволновом диапазоне увеличение емкости конденсатора обратной связи будет ухудшать прием, в то время, как в средневолновом диапазоне обратная связь работает нормально. Это бывает из-за невнимательности при намотке катушек или при соединении их между собой. В этом случае придется применять местами выводы катушки L_4.

Быстрая и точная настройка приемника с обратной связью достигается опытом, в результате ознакомления со всеми его особенностями.

Приемник может работать при одном элементе в цепи накала и при напряжении анодной батареи в 25—30 *в* (5—6 последовательно соединенных батареек от карманного фонаря). Правда, при пониженном напряжении батарей приемник работает слабее, но даже при таком питании, освоив приемник, можно получить неплохие результаты.

При приеме местных или наиболее мощных близко расположенных радиовещательных станций настройка приемника проста. Нужно вращать ручку настройки до получения наибольшей громкости, затем установить конденсатор обратной связи, не доведя его до порога генерации. При этом мы получим наилучшую громкость приема.

Другое дело при приеме дальних станций. В этом случае приемник дает наибольшее усиление на самом пороге генерации, чуть-чуть не доходя его. Конденсатор обратной связи доводят до появления в телефонах щелчка и характерного шума и медленно вращают ручку настройки. Радиостанция при этом обнаружи-

вается появлением свиста высокого тона. Дальнейшее вращение ручки настройки (очень медленное) сопровождается снижением высоты тона, а затем снова повышением его. Ручка настройки должна быть установлена на среднее положение относительно свистов. Затем обратную связь уменьшают до прекращения свиста и незначительным поворотом ручки настройки подстраивают колебательный контур до получения наиболее громкого приема.

Настраивают приемник обычно одновременно обеими руками: одной рукой вращают ручку настройки, а другой регулируют величину обратной связи. Этими тонкостями настройки можно овладеть очень быстро.

Сетевой одноламповый приемник с обратной связью

Принципиальная схема сетевого однолампового приемника с обратной связью показана на фиг. 177. В нем используется пентод 6К7, 6Ж7 или 6К9С. Работа, налаживание и пользование таким приемником ничем не отличаются от описанного выше батарейного приемника.

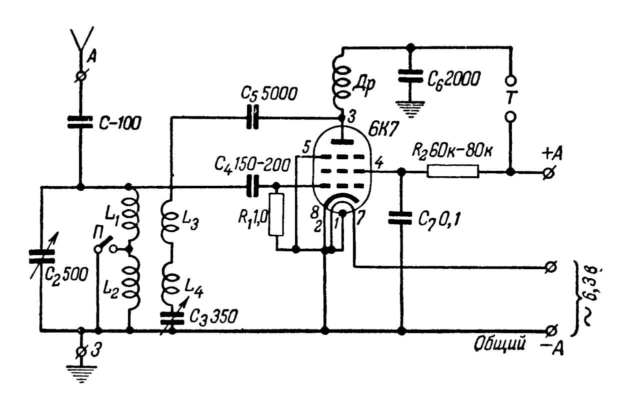
Схема этого приемника незначительно отличается от схемы батарейного приемника. Разница между ними заключается только в следующем:

1. В батарейном варианте есть реостат накала, а в сетевом варианте его нет. Он здесь и не нужен.

2. У сетевой лампы катод имеет отдельный вывод (штырек *8*), который соединяется с общим заземленным проводником. У батарейной же лампы катодом является нить накала; она штырька *8* не имеет.

3. Защитная сетка батарейной лампы соединена с катодом внутри лампы. У подогревной же лампы эта сетка имеет отдельный вывод (штырек *6*), но все равно во время монтажа она соединяется с катодом. Штырька *5* батарейная лампа не имеет.

4. В батарейном приемнике рекомендуется параллельно зажимам анодной батареи подключать конденсатор (C_8 на фиг. 172), блокирующий анодную батарею, в то время как в схеме сетевого приемника его нет. Но подобный конденсатор будет в выпрямителе, от которого будет питаться приемник.



Фиг. 177. Принципиальная схема однолампового сетевого радиоприемника с обратной связью.

В остальном схемы совершенно одинаковые.

Таким образом, если вышеописанный батарейный приемник дополнить несколькими соединениями (гнезда ламповой панельки *5*, *8*, *2* и *1* соединить между собой), то им можно будет пользоваться и как батарейным, и как сетевым приемником, заменяя только лампу и присоединяя различные источники питания. Это очень удобно.

Если имеется сеть переменного тока, приемник питается от выпрямителя. Идешь в поход или едешь в лагерь, где нет электросети, пользуешься им, как батарейным приемником.

Для сетевого варианта приемника можно использовать и одноцокольные лампы 6К3 и 6Ж8. В этом случае монтаж ламповой панельки будет иной, так как цоколевка этих ламп различна.

Вопросу питания сетевых приемников мы посвятим специальную беседу.

Советуем прочитать:

А. Д. Батраков и С. Э. Кин, Элементарная радиотехника, ч. 2 (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1952.

Л. В. Троицкий, Как сделать простой сетевой приемник (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1952.

Ф. И. Тарасов, Простые батарейные радиоприемники (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1952.

Беседа девятнадцатая

ТРАНСФОРМАТОР И ДРОССЕЛЬ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

В ламповых радиоприемниках и усилителях, с которыми мы будем знакомить юных читателей в следующих беседах, широко применяются трансформаторы и дроссели низкой частоты. Поговорим в этой беседе об их устройстве и работе. Начнем с трансформатора.

Что такое трансформатор

В электротехнике и в радиотехнике трансформатором называют прибор, преобразующий переменный ток одного напряжения в переменный ток другого напряжения, например, переменный ток относительно низкого напряжения в ток более высокого напряжения или наоборот. Трансформировать — значит преобразовывать.

Трансформатор является одним из необходимейших электротехнических и радиотехнических приборов.

Трансформаторы дают возможность передавать переменный ток низкой частоты по проводам на большие расстояния и почти без потерь. Для этого ток, вырабатываемый генератором на элетростанции, с помощью трансформаторов повышают до напряжения в несколько сотен тысяч вольт и «посылают» его по проводам высоковольтных линий в различных направлениях. На месте, на расстоянии сотен километров от электростанции, этот ток с помощью трансформатора понижают до более низкого напряжения, которым и питаются лампочки освещения, двигатели и другие электрические приборы. Трансформаторы широко применяются в телефонной аппаратуре и в радиоаппаратуре.

Честь изобретения трансформатора принадлежит русскому изобретателю Павлу Николаевичу Яблочкову, который еще в 1876 г. указал принцип трансформации переменного тока.

Среди конструкторов первых трансформаторов был русский электротехник-самоучка Иван Филиппович Усагин, демонстрировавший свой трансформатор в 1882 г. на выставке в Москве.

Нужно всегда помнить, что с помощью трансформатора можно преобразовывать только переменный ток; постоянный ток трансформировать нельзя.

Действие трансформатора

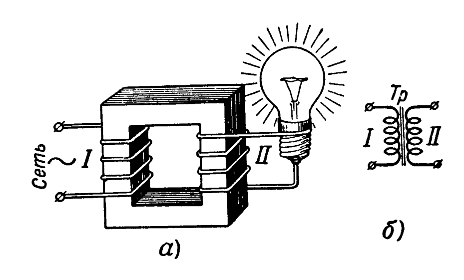
Упрощенное устройство трансформатора низкой частоты и его схематическое обозначение показаны на фиг. 178. Он состоит из обмоток из изолированного провода и сердечника, собранного из пластин специальной, так называемой трансформаторной, стали, которая отличается главным образом тем, что содержит примесь кремния.

Обмотки трансформатора изображают на схемах так же, как катушки индуктивности. Линии между ними обозначают сердечник. Сколько обмоток имеет трансформатор, столько катушек показывают и на схеме.

Действие трансформатора заключается в следующем. Переменный ток, проходя по одной из его обмоток, создает вокруг этой обмотки и в стальном сердечнике переменное магнитное поле. Это поле, пересекая витки всех других обмоток трансформатора, индуктирует в них переменную электродвижущую силу. Если между концами любой другой обмотки включить какую-либо нагрузку, например сопротивление или лампочку накаливания, то в получившейся замкнутой цепи этой обмотки потечет переменный ток. Обмотку, к которой подводится переменный ток, предназначенный для трансформирования, принято называть **первичной обмоткой трансформатора**, а обмотку (или обмотки), в которой индуктируется переменный ток, — **вторичной обмоткой трансформатора**.

Частота тока, индуктированного во вторичной обмотке, строго соответствует частоте тока, протекающего по первичной обмотке.

Напряжение, которое получается на концах вторичной обмотки, зависит от соотношения чисел витков в первичной и вторичной обмотках и, кроме того, от напряжения, подводимого к первичной обмотке. При равных числах витков в обмотках напряжение во вторичной обмотке будет приблизительно равно напряжению первичной обмотки. Если же вторичная обмотка трансформатора будет содержать меньшее число витков, чем первичная, то и напряжение в ней будет меньшее, чем на-



Фиг. 178. Устройство (*а*) и схематическое обозначение (*б*) трансформатора низкой частоты.

пряжение, подводимое к первичной обмотке. И наоборот, если вторичная обмотка будет содержать больше витков, чем первичная, то и развиваемое в ней напряжение будет больше напряжения в первичной обмотке.

Напряжение, индуктируемое во вторичной обмотке, можно довольно точно подсчитать простым арифметическим способом: во сколько раз она имеет бо́льшее (или меньшее) число витков, во столько же раз напряжение в ней будет больше (или меньше) по сравнению с напряжением, подводимым к первичной обмотке. Так, например, если одна обмотка трансформатора имеет 1 000 витков, а другая 2 000 витков, то, включив первую обмотку в сеть переменного тока напряжением в 120 *в*, мы получим во второй обмотке напряжение 240 *в*. Если же напряжение 120 *в* подвести к обмотке, имеющей 2 000 витков, то в обмотке, имеющей 1 000 витков, получим напряжение 60 *в*. Обмотка, имеющая 2 000 витков, в первом случае будет вторичной, а во втором случае — первичной.

Трансформатор, повышающий напряжение, т. е. когда напряжение на его вторичной обмотке больше напряжения на первичной обмотке, называют повышающим трансформатором. Когда же напряжение вторичной обмотки меньше напряжения первичной обмотки, такой трансформатор называют понижающим.

Если мы повышаем напряжение, то обязательно проигрываем в токе. И наоборот, понижая напряжение, мы можем потреблять от вторичной обмотки больший ток, но при пониженном напряжении.

Коэффициент трансформации

Отношение числа витков вторичной обмотки трансформатора к числу витков первичной обмотки называют коэффициентом трансформации данного трансформатора. Так, например, если вторичная обмотка трансформатора имеет в два раза больше витков, чем первичная (повышающий трансформатор), значит его коэффициент трансформации равен двум. Если же число витков вторичной обмотки в три раза меньше, чем в первичной (понижающий трансформатор), то коэффициент трансформации равен $^1/_3$.

Мощность трансформируемого тока

Мощность электрического тока, как мы уже говорили, есть произведение величин тока и напряжения, действующих в этой цепи. Чтобы получить одну и ту же мощность, нужно увеличивать напряжение и уменьшать ток или, наоборот, брать меньшее напряжение при увеличенном токе.

Мощность переменного тока, потребляемого первичной обмоткой трансформатора, зависит от мощности тока, расходуемой в цепи его вторичной обмотки, или суммы мощностей в цепях всех его вторичных обмоток, если он имеет их несколько. Практически в трансформаторе всегда бесполезно теряется часть мощности. Поэтому мощность в цепи вторичной обмотки (или сумма мощностей во всех вторичных обмотках) всегда несколько меньше мощности, потребляемой первичной обмоткой.

Наибольшая мощность тока, которая может быть передана из цепи первичной обмотки в цепь вторичной обмотки трансформатора, зависит от размера сердечника трансформатора и диаметра проводов его обмоток. Чем больше сердечник, тем большая мощность тока может быть трансформирована.

Устройство трансформатора низкой частоты

Обмотки трансформатора обычно наматывают на картонном каркасе и изолируют их друг от друга прокладками из пропарафинированной бумаги или другого изоляционного материала. Выводы (концы) обмоток пропускают через отверстия в боковых щечках — стенках каркаса. Сердечник из стали проходит через окно каркаса с обмотками и охватывает его с внешних сторон.

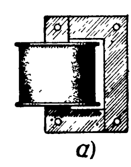
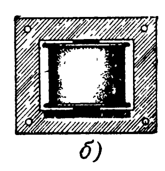
Для того чтобы уменьшить потери энергии в сердечнике трансформатора, сердечник собирают из отдельных пластин толщиной в 0,35—0,5 *мм*, изолированных друг от друга тонкой бумагой или лаком. Однако, как показывает практика, даже если пластины не оклеены бумагой и не покрыты лаком, трансформатор все равно хорошо работает, так как окалина, покрывающая поверхность пластин, изолирует их друг от друга.

Собранный из пластин сердечник часто называют набором или пакетом трансформатора.

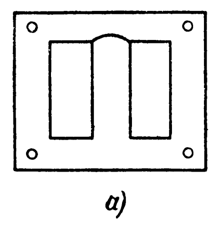
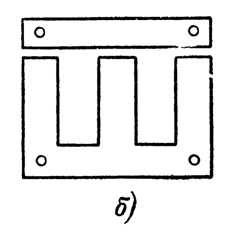
По конструкции различают стержневые и броневые сердечники. Стержневой сердечник охватывает каркас с обмотками только с одной стороны (фиг. 179,*а*); броневой — с двух сторон (фиг. 179,б). Наиболее распространенными являются трансформаторы с броневыми сердечниками. Их сердечники собираются из пластин, форма которых напоминает букву «Ш». Поэтому их и называют Ш-образными пластинами.

На фиг. 180,*а* показана цельноштампованная Ш-образная пластина, а на фиг. 180,*б*

такая же пластина, но с отдельной замыкающей накладкой. Второй тип пластин имеет перед цельноштампованными то преимущество, что позволяет делать в сердечнике трансформатора небольшой «воздушный зазор».

Фиг. 179. Трансформаторы низкой частоты со стержневым (*а*) и броневым (*б*) сердечниками.

Фиг. 180. Типы Ш-образных пластин для сердечников трансформаторов.

Такой зазор бывает необходим, например, для так называемых выходных трансформаторов радиоприемников и дросселей низкой частоты.

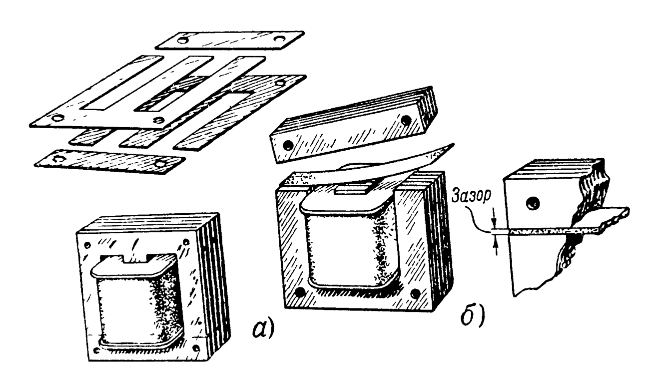
Ш-образные пластины в зависимости от ширины среднего язычка (керна) носят названия: Ш-25, Ш-19 и т. д. Если говорят, что сердечник трансформатора собран из пластин Ш-25, это значит, что в сердечнике этого трансформатора применены Ш-образные пластины, средние язычки которых имеют ширину 25 *мм*.

В том случае, когда сердечник собирают без воздушного зазора, пластины собирают вперекрышку, как показано на фиг. 181,*а*. Когда же в сердечнике трансформатора или в дросселе необходимо иметь воздушный зазор, собирают в отдельные пачки Ш-образные и замыкающие пластины и затем прикладывают их друг к другу. Требуемую величину воздушного зазора обеспечивают картонной или бумажной полоской.

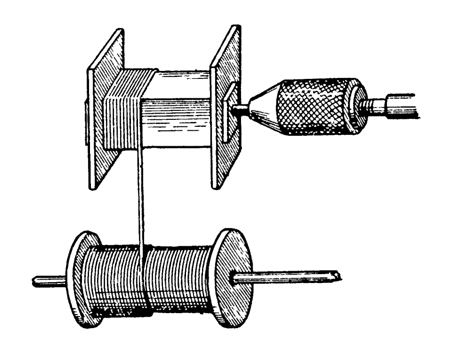
Сердечники трансформаторов стягивают болтами или специальными обжимающими скобками. Чтобы не было соединения между пластинами через стягивающие болты, они обертываются тонкой бумагой или покрываются изоляционным лаком.

В любительских условиях обмотки трансформатора лучше всего наматывать с помощью ручной дрели, как показано на фиг. 182. По размеру окна каркаса вырезают деревянную болванку, которую плотно вставляют в окно каркаса. Дрель зажимают в тиски, укрепленные неподвижно на столе или верстаке. В патрон дрели зажимают трехгранно заточенный гвоздь, предварительно забитый в центр болванки. Правой рукой вращают ручку дрели, а левой — укладывают провод на каркас. Если дрели не окажется, то намотку придется делать вручную с использованием деревянной болванки, конец которой можно зажать в руке.

Одной из основных величин, характеризующих любой трансформатор, является площадь поперечного сечения его сердечника, т. е. набора пластин, заполняющих окно каркаса трансформатора. Эта площадь определяется умножением ширины среднего язычка пластины на толщину пакета сердечника и варажается в квадратных сантиметрах. Следовательно, площадь поперечного сечения сердечника трансформатора примерно равна площади окна каркаса, заполняемого пластинами. От площади сечения сердечника зависит предел электронной мощности, которая может быть преобразована данным трансформатором. Чем больше эта площадь, тем большую мощность можно получить от вторичных обмоток трансформатора.



Фиг. 181. Сборка сердечника трансформатора.
а — „вперекрышку" (без воздушного зазора); *б* — „встык" (чтобы получить воздушный зазор).



Фиг. 182. Намотка катушки трансформатора при помсщи дрели.

Число витков и диаметры проводов обмоток зависят от того, где данный трансформатор используется, от величин токов, протекающих по обмоткам.

Трансформаторы низкой частоты различают по их назначению. Нам придется иметь дело с междуламповыми, выходными и силовыми трансформаторами.

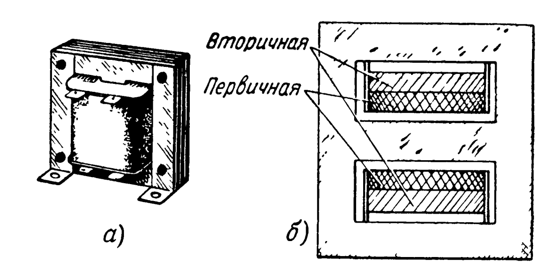
Междуламповый трансформатор

Междуламповые трансформаторы находят применение главным образом в приемниках и усилителях низкой частоты, питаемых от батарей.

Как говорит само наименование, междуламповый трансформатор включают между двумя лампами (между двумя каскадами), используя его как связующее звено между лампами приемника или усилителя. С помощью такого трансформатора передают электрические колебания низкой частоты из анодной цепи одной лампы в цепь сетки другой лампы. Для этого его первичную обмотку обычно включают в анодную цепь первой лампы (например, детекторной), вторичную же обмотку трансформатора включают в цепь управляющей сетки лампы следующего каскада приемника или усилителя.

Междуламповые трансформаторы, как правило, бывают повышающими, с коэффициентом трансформации от 2 до 5. Площадь поперечного сечения сердечников этих трансформаторов бывает в пределах от 1,5 до 3 $см^2$. Их первичные обмотки содержат по 2 000—4 000 витков. Число витков во вторичных обмотках зависит от необходимого коэффициента трансформации. Так, например, если первичная обмотка имеет 3 000 витков, то для получения коэффициента трансформации, равного двум, вторичная обмотка должна иметь 6 000 витков, а для коэффициента трансформации, равного трем, — 9 000 витков и т. п. Обмотки междуламповых трансформаторов наматывают проводом ПЭЛ или ПЭ 0,08—0,15 *мм*.

Если читатели пожелают сами изготовить междуламповый трансформатор, то рекомендуем найти какой-либо неисправный трансформатор (важно, чтобы были сердечник и каркас), имеющий сердечник сечением 1,5—3 $см^2$. Трансформатор надо разобрать, удалить неисправные обмотки и намотать на каркас новые. Сначала намотайте первичную обмотку, а поверх ее вторичную. Через каждые 300—400 витков делайте прокладки из тонкой пропарафинированной бумаги в 1—2 слоя (такую бумагу можно взять от неисправных бумажных конденсаторов большой емкости или купить для этого тонкую «компрессную» бумагу в аптеке). Между обмотками нужно прокладывать по 3—4 слоя такой бумаги. Выводы концов обмоток желательно сделать гибким



Фиг. 183. Внешний вид межлампового трансформатора (*а*) и расположение в нем обмоток (*б*).

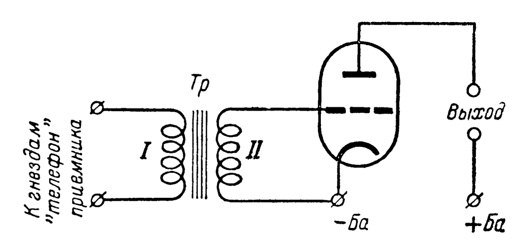
многожильным проводом, пропуская их через проколы в щеках каркаса и припаивая к выводным лепесткам на щечках каркаса. Во избежание повреждений верхних слоев провода их следует обернуть толстой бумагой или тканью.

При намотке трансформатора провод нельзя сильно натягивать, так как он может оборваться. Если все же провод оборвется, концы его надо осторожно зачистить, скрутить и пропаять. Место спайки должно быть изолировано тонкой бумагой.

По окончании намотки нужно собрать сердечник трансформатора.

Общий вид готового междулампового трансформатора и его вид в разрезе показаны на фиг. 183.

Междуламповые трансформаторы часто используют в однуламповых усилителях к детекторному приемнику. При этом первичную обмотку трансформатора включают в гнезда «телефон» детекторного радиоприемника (фиг. 184). Один вывод вторичной обмотки соединяют с управляющей сеткой лампы усилителя, а другой с катодом лампы. Если взять трансформатор с коэффициентом трансформации 3 или 4, получится достаточно громкий прием на громкоговоритель «Рекорд».



Фиг. 184. Схема использования межлампового трансформотора в усилителе к детекторному радиоприемнику.

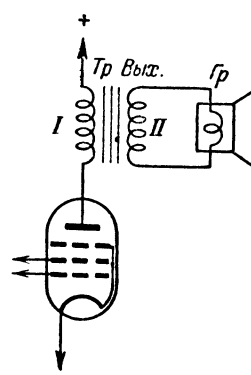
Выходной трансформатор

Назначение выходного трансформатора заключается в том, чтобы электрические колебания звуковой частоты, развиваемые на выходе приемника или усилителя, передать громкоговорителю. Чаще всего выходные трансформаторы используются в радиоприемниках с громкоговорителями электродинамического типа. Они понижают напряжение, но пропорционально этому увеличивают ток, который необходим для работы громкоговорителя. Такие трансформаторы обычно имеют коэффициент трансформации порядка 1/80—1/50. Выходной трансформатор обозначают на схемах точно так же, как и междуламповый. Первичную обмотку выходного трансформатора включают в анодную цепь выходной лампы приемника или усилителя, как это показано на фиг. 185. Поэтому его первичную обмотку называют также анодной обмоткой. Вторичную обмотку соединяют со звуковой катушкой электродинамического громкоговорителя. От правильного выбора числа витков обмоток выходного трансформатора зависят качество звучания громкоговорителя и наивыгоднейшее использование электрической мощности звуковой частоты, развиваемой усилителем.

Первичные обмотки выходных трансформаторов имеют по нескольку тысяч витков провода ПЭЛ или ПЭ 0,1—0,15 *мм*; вторичные обмотки имеют примерно по 50—100 витков провода ПЭЛ или ПЭ 0,5—0,8 *мм*.

Сердечники большинства выходных трансформаторов имеют площадь поперечного сечения порядка 2,5—6 *см*^{2}. Во многих трансформаторах делают в наборе сердечника воздушный зазор величиной в 0,2—0,5 *мм*.

По внешнему виду выходной трансформатор трудно отличить от междулампового; отличить их можно только по вторичной обмотке, выполненной в выходном трансформаторе из толстого провода.



Фиг. 185. Схема включения выходного трансформатора.

Данные выходных трансформаторов от некоторых наиболее распространенных радиоприемников приведены в приложении 2. Этими данными радиолюбители могут воспользоваться при намотке трансформатора для динамического громкоговорителя с известными данными, а также при перемотке испорченных выходных трансформаторов.

В том случае, если данные электродинамического громкоговорителя неизвестны, рекомендуем изготовить выходной трансформатор по следующим данным. Сечение сердечника 4—5 *см*^{2}; первичная обмотка — 2 500 витков провода ПЭЛ или ПЭ 0,12—0,15 *мм*; вторичная обмотка — 100 витков провода той же марки, но диаметром 0,5—0,8 *мм* с отводами через 10 витков, начиная с 50-го витка; воздушный зазор — 0,2 *мм*. Наличие отводов во вторичной обмотке позволит опытным путем подобрать наивыгоднейшие условия работы электродинамического громкоговорителя и выходной лампы.

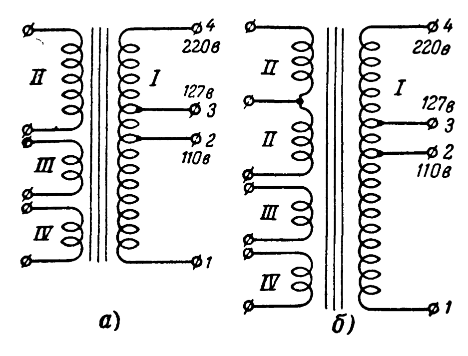
Изготовление выходного трансформатора ничем не отличается от изготовления междулампового. Сначала наматывают первичную обмотку, затем вторичную. Провод укладывают плотными рядами, виток к витку. Между рядами делают прокладки из двух-трех слоев тонкой папиросной или пропарафинированной бумаги, а между обмотками — из одного слоя более толстой бумаги или из четырех-пяти слоев тонкой бумаги. При намотке надо следить, чтобы витки вторичной обмотки возле щечек каркаса не проваливались к виткам первичной обмотки, иначе между обмотками может произойти замыкание, и трансформатор выйдет из строя.

Силовой трансформатор

Позволяем себе забежать немного вперед, чтобы потом, когда будем беседовать о питании приемников от сети переменного тока, не возвращаться к устройству силовых трансформаторов.

Силовые трансформаторы предназначены для питания от сети переменного тока приемников и усилителей, работающих на лампах с подогревными катодами. Из всех типов трансформаторов силовой трансформатор является наиболее сложным. Число обмоток в силовом трансформаторе доходит до 4—5, а иногда и больше. Все они рассчитаны на различные напряжения и токи.

Познакомимся с устройством двух основных типов силовых трансформаторов. Трансформатор, схема которого показана на фиг. 186,*а*, предназначен для выпрямителя, работающего по так называемой однополупериодной схеме, а трансформатор, схема которого показана на фиг. 186,*б*,— для выпрямителя, работающего по двухполупериодной схеме. Оба трансформатора своими первичными обмотками *I* включаются в сеть переменного тока. Эти обмотки называют сетевыми. Все остальные обмотки являются вторичными.



Фиг. 186. Схемы силовых трансформаторов.
а — для однополупериодного; б — для двухполупериодного выпрямителя.

Сетевые обмотки имеют отводы, позволяющие включать их в сети переменного тока различного напряжения. Так, выводами *1* и *2* они включаются в сеть напряжением 110 *в*; выводами *1* и *3* — в сеть напряжением 127 *в* и выводами *1—4* — в сеть напряжением 220 *в*. При этом напряжения вторичных обмоток остаются неизменными.

В трансформаторе, предназначенном для однополупериодного выпрямителя (фиг. 186,*а*), обмотка *II* обычно дает напряжение 250—300 *в*, которое преобразуется выпрямителем в постоянное высокое напряжение. Эту обмотку называют повышающей.

Обмотка *III* этого трансформатора служит для питания нити накала выпрямительной лампы — кенотрона, с помощью которого выпрямляется напряжение обмотки *II*. Напряжение, которое она должна давать, зависит от типа кенотрона и обычно равно 5 *в*. Обмотка *IV* дает напряжение 6,3 *в* (в старых трансформаторах 4 *в*) и предназначена для питания нитей накала ламп приемника. В соответствии с их назначением обмотку *III* называют обмоткой накала кенотрона, а обмотку *IV* — обмоткой накала ламп.

Трансформатор, предназначенный для использования в выпрямителе, работающем по двухполупериодной схеме (фиг. 186,*б*), отличается от предыдущего трансформатора тем, что его повышающая обмотка *II* состоит из двух равных, соединенных между собой последовательно обмоток. От места их соединения сделан вывод. Каждая из этих обмоток дает напряжение 250—300 *в*. А так как они соединены последовательно и их напряжения складываются, то вся обмотка дает вдвое большее напряжение, т. е. 500—600 *в*.

Данные обмоток силового трансформатора зависят от сечения его сердечника, а также от величины токов и напряжений, на которые они рассчитаны.

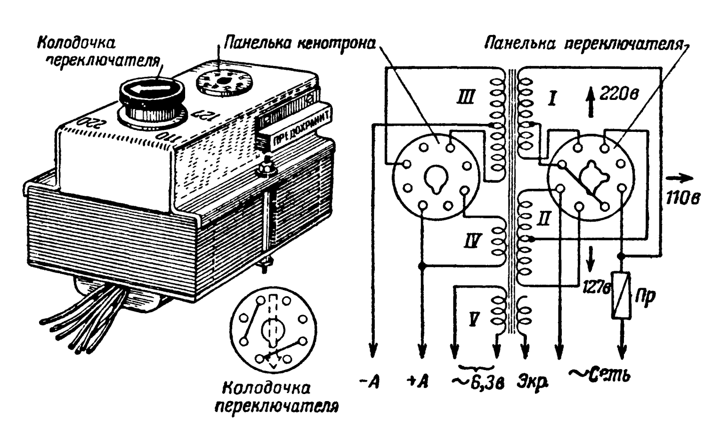
Силовые трансформаторы включаются в сеть через плавкие предохранители.

У многих заводских силовых трансформаторов сетевая обмотка состоит из двух обмоток, различное соединение которых позволяет включать их в сети различного напряжения. Кроме того, многие трансформаторы имеют дополнительную незамкнутую обмотку с одним выводом, намотанную между первичной—сетевой—и вторичными обмотками, и служащую экраном. Вывод этой обмотки всегда заземляют.

Один из заводских силовых трансформаторов, наиболее распространенный, типа ЭЛС-2, и его схема показаны на фиг. 187.

Сетевая обмотка этого трансформатора состоит из двух обмоток *I* и *II*, имеющих по одному отводу. Каждая из них рассчитана на напряжение 110 и 127 *в* (бóльшие секции обмоток рассчитаны на 110 *в*, а меньшие — на 17 *в*). Выводы и отводы обмоток подведены к панельке, укрепленной на трансформаторе. В панельку вставляется специальная колодочка, по своему устройству похожая на цоколь лампы, с помощью которой сетевые обмотки могут быть переключены на напряжение 110, 127 или 220 *в*. Для этого надо только вставить колодочку так, чтобы стрелка, имеющаяся на ней, указывала на соответствующие надписи, сделанные на трансформаторе. При установке колодочки на напряжение 110 и 127 *в* обмотки соединяются параллельно: в первом случае большими секциями, рассчитанными на 110 *в*, а во втором случае — обеими секциями. При установке колодочки на напряжение 220 *в* соединяются последовательно секции обмоток, рассчитанные на напряжение 110 *в*.

На силовом трансформаторе ЭЛС-2 имеются еще смонтированная ламповая панелька для включения кенотрона и плавкий предохранитель. Таким образом, этот трансформатор является готовым выпрямителем.



Фиг. 187. Внешний вид и схема силового трансформатора типа ЭЛС-2.

Наиболее распространенные силовые трансформаторы для радиоприемников имеют сердечники, поперечное сечение которых составляет 10—12 *см*², что соответствует мощности около 65—75 *вт*. Такой мощности трансформатора достаточно для питания 4—5-лампового радиоприемника.

В приложении 3 приведены данные наиболее распространенных силовых трансформаторов. Этими данными радиолюбители могут воспользоваться при подборе требуемого трансформатора, а также при перемотке перегоревшего или для самостоятельного изготовления трансформатора.

Изготовление силового трансформатора по упрощенному расчету

Радиолюбителю не всегда удается воспользоваться готовым силовым трансформатором и часто приходится делать его самому. В таких случаях надо найти какой-либо испорченный трансформатор, имеющий сердечник, сечение которого составляет 10—12 *см*², и подсчитать необходимое число витков его обмоток.

Сначала узнаем площадь поперечного сечения сердечника имеющегося трансформатора. Для этого высоту набора сердечника (в *см*) надо умножить на ширину среднего язычка пластин (в *см*).

Затем узнаем число витков w, которое должно приходиться на 1 *в* напряжения при данном сечении сердечника S, по формуле

$$w = \frac{50}{S}.$$

После этого число витков w умножаем на напряжения, которые должны быть на обмотках. Произведение этих двух величин укажут числа витков в каждой обмотке.

В качестве примера приводим расчет силового трансформатора для приемника, схема которого приведена на фиг. 242. Для него нужен сердечник площадью сечения не менее 10—12 *см*² (большее сечение сердечника не повредит). Допустим, что имеем сердечник, собранный из пластин Ш-25 с высотой набора 4 *см*. Площадь его сечения S составляет $2{,}5 \times 4 = 10$ *см*². Требуется намотать следующие обмотки: сетевую на напряжение сети 220 *в*, обмотку высокого напряжения на 600 *в* со средним выводом, обмотку накала кенотрона на 5 *в* и обмотку накала приемно-усилительных ламп на 6,3 *в*.

Узнаем число витков, которое для данного сердечника приходится на 1 *в* напряжения:

$$w = \frac{50}{S} = \frac{50}{10} = 5 \text{ витков на 1 } в.$$

Следовательно, в сетевой обмотке должно быть $5 \times 220 = 1\,100$ витков, в повышающей $5 \times 600 = 3\,000$ витков с отводом от середины, т. е. от 1 500-го витка, в обмотке накала кенотрона $5 \times 5 = 25$ витков и в обмотке накала ламп $5 \times 6{,}3 \approx 32$ витка.

Обычно число витков вторичных обмоток берут на 5—10% больше расчетного.

Если же силовой трансформатор должен включаться в сеть с напряжением не 220 *в*, а 127 *в*, нужно пересчитать только число витков сетевой обмотки.

Сетевую обмотку желательно намотать с таким расчетом, чтобы ее можно было включать в сети различного напряжения. Для этого надо ее намотать из расчета на 220 *в* и сделать в ней отводы для включения в сеть напряжением 110 и 127 *в*. В нашем примере на напряжение 110 *в* отвод надо сделать от 550-го витка, для напряжения 127 *в* — от 635-го витка; вся обмотка будет включаться в сеть с напряжением 220 *в*.

Для обмоток трансформатора используют провода в эмалевой изоляции (ПЭ или ПЭЛ).

Расчет диаметра провода, необходимого для каждой обмотки силового трансформатора, — дело довольно сложное. Ошибки не будет, если для обмоток трансформатора будет использована проволока следующих диаметров: для сетевой — 0,3—0,5 *мм* (для сети 220 *в* тоньше, а для сети 127 *в* — толще); для обмотки высокого напряжения — 0,15—0,2 *мм*; для обмотки накала кенотрона 0,8—1 *мм* и для обмотки накала ламп — 1—1,2 *мм* [1].

На каркасе, который можно склеить из толстого картона или тонкой фанеры по размеру имеющегося сердечника, наматывают сначала сетевую обмотку, затем повышающую обмотку, обмотку накала ламп и последней — обмотку накала кенотрона.

Провода обмоток укладываются плотными рядами — виток к витку. Между рядами делаются прокладки из тонкой бумаги в 1—2 слоя, а между обмотками — в 5—6 слоев такой же бумаги или в 2—3 слоя более толстой.

Выводы обмоток, выполненных тонким проводом, делают более толстыми гибкими проводниками, пропуская их через отверстия в щечках каркаса. Назначение каждой обмотки и ее выводы необходимо сразу же помечать на каркасе.

Особое внимание надо обращать на равномерность и плотность укладки проводов обмо-

[1] Обмотки трансформаторов с большим или меньшим сечением сердечника, т. е. рассчитанные соответственно на большие или меньшие мощности, нужно мотать в первом случае более толстым, а во втором более тонким проводом.

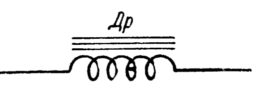
ток и на изоляцию между рядами и обмотками. При невыполнении первого условия требуемое число витков обмоток может не уместиться на каркасе. А если не будет надежной изоляции между рядами и обмотками, то при включении трансформатора его обмотки могут «пробиться», произойдет замыкание между обмотками или витками и трансформатор придется делать заново.

Пластины сердечника силового трансформатора обязательно собирают «вперекрышку» до полного заполнения окна каркаса. Сердечник стягивают болтами. Плохо стянутый сердечник силового трансформатора будет гудеть. Включать трансформатор в сеть можно только после окончательной его сборки и обязательно через предохранитель. При включении надо следить, чтобы выводы не соединялись между собой.

Дроссель низкой частоты

Дроссель низкой частоты — это катушка с сердечником из стальных пластин, обладающая большой индуктивностью. Он отличается от трансформатора только тем, что имеет всего одну обмотку. Схематическое обозначение дросселя показано на фиг. 188.

Дроссель низкой частоты чаще всего используют в так называемом сглаживающем фильтре выпрямителя. Обмотки дросселей различных конструкций содержат от нескольких сотен до нескольких тысяч витков провода ПЭЛ или ПЭ 0,2—0,3 *мм* при сечениях сердечников в 3—5 *см*². Чаще всего сердечник дросселя собирают с воздушным зазором в 0,2—0,5 *мм* (толщина полоски картона).



Фиг. 188. Схематическое обозначение дросселя низкой частоты.

В дальнейших беседах в каждом отдельном случае мы будем давать необходимые указания о данных тех или иных трансформаторов или дросселей, которые должны применяться в описываемых конструкциях.

Советуем прочитать:

С. Н. Кризе, Расчет маломощных силовых трансформаторов и дросселей фильтров (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1950.

С. Н. Кризе, Выходные трансформаторы (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1953.

А. Н. Подъяпольский, Как намотать трансформатор (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1953.

Беседа двадцатая

ПРИЕМ НА ГРОМКОГОВОРИТЕЛЬ

Одноламповый радиоприемник с обратной связью прост, дешев и экономичен в работе, он дает возможность слушать передачи многих радиостанций, но в большинстве случаев только на телефон. Слушать же на телефон — это значит быть «привязанным» к приемнику. В этом недостаток одноламлового приемника.

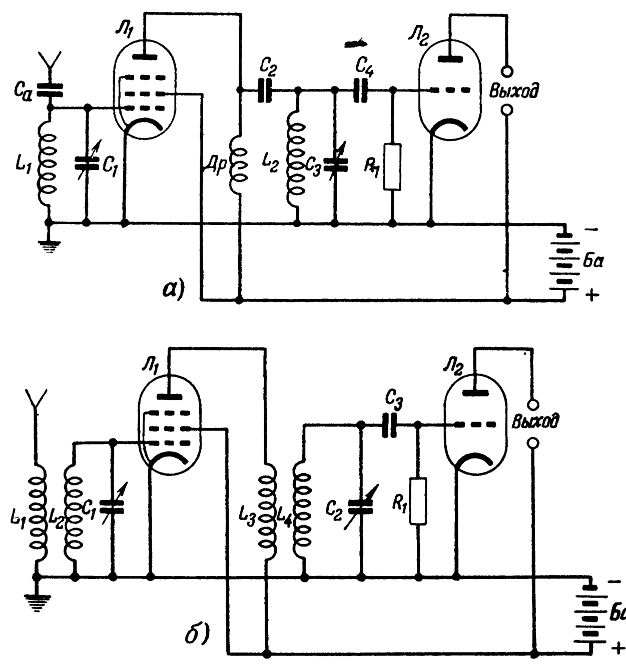
Другое дело приемник с громкоговорителем: не нужно сидеть у приемника с телефонными трубками на ушах. Слушать могут все находящиеся в комнате.

Осуществить громкоговорящий прием отдаленных радиостанций можно, если добавить к одноламповому приемнику один или несколько усилительных каскадов с электронными лампами. Эти каскады могут быть как до детекторной лампы, так и после нее. В первом случае это будут каскады усиления колебаний высокой частоты, во втором — каскады усиления колебаний низкой частоты.

Знакомиться с усилением электрических колебаний высокой и низкой частоты мы будем по упрощенным схемам, не содержащим вспомогательных цепей и деталей, в частности цепей накала и обратной связи.

Усиление колебаний высокой частоты

На фиг. 189 приведены две наиболее распространенные схемы приемников, имеющих по одному каскаду усиления высокой частоты с пентодами (для усиления высокой частоты пригодны только пентоды). На схеме фиг. 189,*а* катушка L_1 и конденсатор C_1 образуют входной (антенный) контур, а в высокочастотный



Фиг. 189. Принципиальные схемы приемников с каскадом усиления высокой частоты.

каскад входят лампа $Л_1$ и ее анодная нагрузка, которой является дроссель высокой частоты $Др$ и колебательный контур L_2C_3.

В схеме фиг. 189,*б* входной колебательный контур L_2C_1 индуктивно связан с антенной с помощью катушки L_1; в каскад усиления высокой частоты входят лампа $Л_1$ и включенная в ее анодную цепь катушка L_3, которая индуктивно связана со вторым колебательным контуром L_4C_2. Остальные детали обеих схем образуют детекторные каскады, работа которых ничем не отличается от простейшего однолампового приемника.

Разберем сначала работу схемы фиг. 189,*а*. Здесь модулированные колебания высокой частоты поступают из антенны через конденсатор C_a во входной колебательный контур L_1C_1. Колебания высокой частоты, на которые настроен этот контур в резонанс, действуют на управляющую сетку лампы $Л_1$. Вследствие этого анодный ток лампы начинает пульсировать с частотой тока в колебательном контуре: он ослабляется при отрицательных полупериодах и увеличивается при положительных полупериодах напряжения на сетке. При этом амплитуда высокочастотной составляющей анодного тока лампы будет значительно больше амплитуды колебаний в контуре — происходит усиление.

В анодную цепь лампы $Л_1$ — между ее анодом и анодной батареей — включен дроссель высокой частоты $Др$. Мы знаем, что дроссель свободно пропускает постоянный ток, но оказывает большое сопротивление переменному току высокой частоты. К верхнему концу дросселя, т. е. к аноду лампы $Л_1$, присоединен конденсатор C_2. Это — разделительный конденсатор. Он является непреодолимой преградой для постоянного тока, но хорошо пропускает переменный ток высокой частоты. Поэтому ток высокой частоты (высокочастотная составляющая анодного тока) вынужден идти не через дроссель и анадную батарею, а по цепи, которая оказывает ему меньшее сопротивление, — через конденсатор C_2 и контур L_2C_3. Если и этот контур будет настроен на частоту тока, проходящего через него, то в телефоне, включенном в анодную цепь детекторной лампы $Л_2$ (в гнезда «выход) мы получим более сильные колебания низкой частоты, чем в том случае, если бы антенну подключить к контуру L_2C_3, т. е. бóльшую громкость приема, чем в одноламповом приемнике.

Качество диэлектрика разделительного конденсатора C_2 должно быть очень хорошее. Если он будет пропускать постоянный ток, например будет пробит, тогда анодная батарея окажется короткозамкнутой через дроссель высокой частоты $Др$ и катушку L_2. В результате приемник работать не будет, а дроссель и катушка могут даже перегореть.

Теперь разберем схему, приведенную на фиг. 189,*б*. Здесь антенна подключена не к колебательному контуру, как в схеме фиг. 189,*а*, а к антенной катушке L_1. Вместе с антенной и заземлением эта катушка образует ненастраивающийся антенный колебательный контур, в котором модулированные колебания высокой частоты возбуждаются многими радиостанциями. Индуктивность катушки подбирают такой, чтобы частота антенного контура была ниже самой низкой частоты данного диапазона. Катушки L_1 и L_2 индуктивно связаны между собой, они образуют **т р а н с ф о р м а т о р в ы с о к о й ч а с т о т ы**. Поскольку через антенную катушку протекает ток высокой частоты, то вокруг нее образуется переменное магнитное поле. Это поле пересекает витки катушки L_2, возбуждает в контуре L_2C_1 колебания той же частоты. Колебания в контуре L_2C_1 будут наиболее сильными в случае настройки его в резонанс с частотой поступающих в него колебаний.

В анодную цепь лампы $Л_1$ включена катушка L_3, образующая с катушкой L_4 второго колебательного контура трансформатор высокой частоты (эти катушки связаны индуктивно). Протекающий по анодной катушке усиленный лампой $Л_1$ ток высокой частоты создает пере-

менное магнитное поле, которое индуктирует в катушке контура L_4C_2 ток точно такой же частоты. В анодной цепи детекторной лампы $Л_2$ получаются более сильные колебания низкой частоты, чем это было бы в одноламповом радиоприемнике.

Таким образом, в обеих рассмотренных схемах принятые модулированные колебания без каких-либо изменений частоты усиливаются первым каскадом, а затем детектируются во втором каскаде. Каскад усиления высокой частоты значительно увеличивает чувствительность приемника, делает его более «дальнобойным», а применение в нем двух настраиваемых колебательных контуров повышает избирательность. Поэтому схема фиг. 189,*б* по сравнению со схемой фиг. 189,*а* обладает более высокой избирательностью. Но этими качествами приемник будет обладать только в том случае, если оба колебательных контура будут точно настроены на частоту принимаемой радиостанции. При несогласованности настройки контуров все хорошие качества приемника пропадают. Избирательность приемника можно еще увеличить, если антенный контур также сделать настраиваемым, например включить в него конденсатор переменной емкости. Но это усложняет приемник.

Обычно подвижные пластины конденсаторов переменной емкости обоих контуров приемника имеют общую ось, вследствие чего емкость этих конденсаторов изменяется одновременно.

Усиление высокой частоты можно осуществлять еще одним каскадом, при этом чувствительность и избирательность приемника еще больше увеличатся. Однако это связано с большими трудностями налаживания приемника.

Для громкоговорящего приема в большинстве случаев необходимо усиление низкой частоты.

Усиление колебаний низкой частоты

В анодной цепи детекторной лампы кроме постоянной составляющей имеется низкочастотная составляющая — колебания низкой (звуковой) частоты. Эти колебания обеспечивают достаточно громкую работу телефона, но они слабы для приведения в действие громкоговорителя.

Чтобы усилить колебания низкой частоты, их нужно подать из анодной цепи детекторной лампы на управляющую сетку лампы следующего каскада — каскада усиления низкой частоты. Для этого прежде всего необходимо детекторную лампу «связать» с усилительной. Нужно сделать такой «мостик» между ними, по которому свободно могли проходить колебания низкой частоты, но был бы прегражден путь постоянному току.

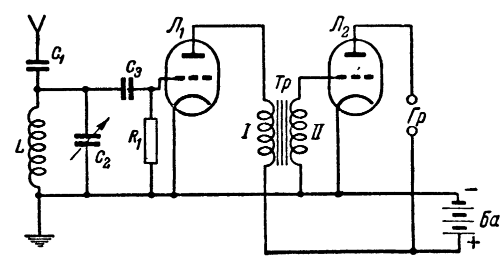
В усилителях низкой частоты применяются два основных способа связи: первый — с помощью трансформатора низкой частоты, и второй — с помощью сопротивлений и конденсатора.

Схема усилителя с трансформаторной связью показана на фиг. 190. Здесь каскад усиления высокой частоты не показан. В анодную цепь детекторной лампы $Л_1$ вместо телефона включена первичная обмотка *I* междулампового трансформатора *Тр*; его вторичная обмотка *II* входит в цепь управляющей сетки лампы $Л_2$.

Лампа $Л_2$ и ее анодная нагрузка — громкоговоритель, включенный в гнезда *Гр*, образуют каскад усиления низкой частоты. Колебания анодного тока лампы $Л_1$ индуктируют во вторичной обмотке трансформатора переменное напряжение точно такой же звуковой частоты. Поскольку вторичная обмотка включена в цепь сетки лампы $Л_2$, ее напряжение звуковой частоты воздействует на анодный ток этой лампы. В результате в анодной цепи лампы $Л_2$ получаются более мощные колебания звуковой частоты, чем это было при одной лампе, способные заставить громкоговоритель звучать достаточно громко.

Если усиление, даваемое одним низкочастотным каскадом окажется недостаточным, то из анодной цепи его лампы уже усиленные колебания низкой частоты подобным же способом можно передать в цепь управляющей сетки лампы следующего усилительного каскада. Получится приемник с ламповым детектором и двумя каскадами усиления низкой частоты. Схема такого приемника показана на фиг. 191.

У читателей может возникнуть такой вопрос: зачем затрачивать энергию на питание второго низкочастотного каскада. Нельзя ли использовать для связи между детекторным и низкочастотным каскадами трансформатор, повышающий напряжение, например, в 20 раз, чтобы сразу получить большое усиление?



Фиг. 190. Схема трансформаторной связи между детекторным каскадом и каскадом усиления низкой частоты.

Сделать это можно, но результат будет очень плохой. Дело в том, что трансформатор низкой частоты, повышая напряжение, одновременно вносит некоторые искажения, делающие звук неестественным. Эти искажения будут тем больше, чем больше его коэффициент трансформации. Если для связи между каскадами использовать трансформатор, повышающий напряжение хотя бы в 10—15 раз, он до неузнаваемости исказит звук. Поэтому-то для связи между каскадами и не применяют трансформаторы, повышающие напряжение более чем в 4—5 раз. Чаще всего для междукаскадной связи используют трансформаторы с коэффициентами трансформации, равными 2—3.

На схеме фиг. 192 показан широко распространенный способ связи между каскадами с помощью сопротивлений. В анодную цепь детекторной лампы $Л_1$ вместо телефона включено сопротивление R_2, называемое **анодным нагрузочным сопротивлением лампы**. При работе приемника на нем будет создаваться переменная составляющая напряжения низкой частоты. Между верхним концом нагрузочного сопротивления, соединенного с анодом лампы $Л_1$, и управляющей сеткой лампы $Л_2$ включен конденсатор C_3. Емкость конденсатора подбирают такой, чтобы он не оказывал значительного сопротивления переменному току низкой частоты. В цепь сетки лампы $Л_2$ включено сопротивление R_3. Лампа $Л_2$ и громкоговоритель, являющийся нагрузкой лампы $Л_2$, образуют каскад усиления низкой частоты.

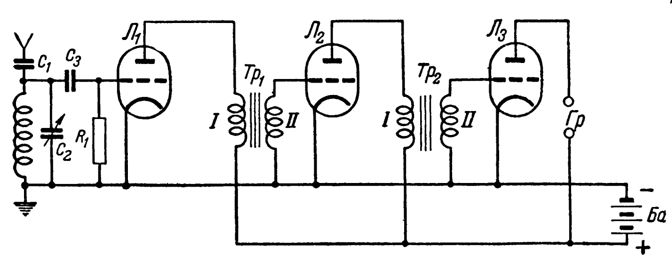
В этой схеме анодная цепь детекторной лампы и цепь сетки усилительной лампы связаны между собой конденсатором C_3. Поэтому напряжение низкой частоты, создающееся на анодном нагрузочном сопротивлении R_2, через конденсатор C_3 будет действовать и на сопротивлении R_3, т. е. на участок сетка — катод лампы $Л_2$. В результате в анодной цепи лампы $Л_2$ создаются достаточно сильные колебания низкой частоты, которые обеспечивают работу громкоговорителя, включенного в гнезда *Гр*.

Конденсатор C_3 называют **конденсатором связи** или **переходным**. Сопротивление R_3 является сопротивлением утечки сетки. Его величина должна быть порядка 0,3—1 *мгом*.

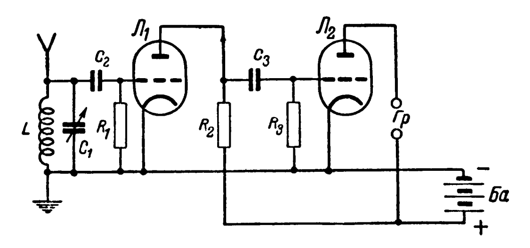
Если усиление, создаваемое одним каскадом окажется недостаточным, в приемник можно добавить еще один каскад усиления низкой частоты, как это показано на схеме фиг. 193. Получится двухкаскадный усилитель низкой частоты. Принцип работы второго каскада ничем не отличается от принципа действия первого. Здесь лампа $Л_2$ усиливает колебания, полученные от детекторной лампы $Л_1$, а лампа $Л_3$ усиливает колебания низкой частоты, уже усиленные лампой $Л_2$.

В схеме фиг. 193 сопротивления R_2 и R_4 являются анодными нагрузочными сопротивлениями. Их величины зависят от типов работающих в схеме ламп (обычно применяются сопротивления от нескольких десятков тысяч ом до нескольких сотен тысяч ом). Сопротивления R_3 и R_5 — сопротивления утечки сеток усилительных ламп. Если их в схеме не будет, на сетках ламп может скопиться настолько много электронов, что лампы окажутся запертыми — анодные токи их прекратятся. Конденсаторы C_3 и C_4 — конденсаторы связи между каскадами — переходные. Каждый из них должен обладать малым сопротивлением для переменного тока низкой частоты и безукоризненным изолятором для постоянного тока. Они должны четко разделять эти токи. Если же переходные конденсаторы будут хотя бы незначительно проводить постоянный ток, то на сетки усилительных ламп одновременно с колебаниями низкой частоты попадет и высокое положительное напряжение из анодной цепи предыдущей лампы. В результате анодные и сеточные токи усилительных ламп увеличатся, появятся большие искажения звука; не исключена возможность, что лампы испортятся. Поэтому на качество переходных конденсаторов нужно обращать особое внимание. Наиболее подходящими для этой цели являются слюдяные конденсаторы, емкостью не менее, чем по 5 000 *пф*.

Связь на сопротивлениях проще трансфор-



Фиг. 191. Схема межламповой трансформаторной связи в приемнике с двумя каскадами усиления низкой частоты.



Фиг. 192. Связь между каскадами на сопротивлениях.

маторной связи и почти не вносит искажений, но трансформаторная связь дает возможность получать большее усиление за счет применения повышающего трансформатора. Поэтому схему с трансформатором применяют в наиболее простых, чаще всего батарейных, конструкциях.

Нормальную работу электродинамического громкоговорителя может обеспечить двухкаскадный усилитель низкой частоты, если он питается от сети. В батарейных усилителях для этой цели часто приходится делать три низкочастотных каскада.

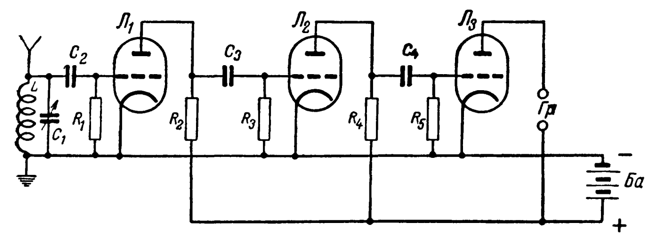
Во всех рассмотренных нами схемах с усилителями низкой частоты на управляющие сетки первых усилительных ламп подавалось напряжение низкой частоты от детекторной лампы. Однако на вход усилителя можно подавать напряжение и от других источников колебаний низкой частоты, например от микрофона или от звукоснимателя — прибора, предназначенного для воспроизведения записей с граммофонных пластинок через усилитель с громкоговорителем.

Усилитель низкой частоты может представлять собой отдельную конструкцию, предназначенную для усиления речи, воспроизведения граммзаписи и для других целей.

Детекторный каскад может быть превращен в первый каскад усиления низкой частоты, если изменить режим работы его лампы и к участку сетка — катод этой лампы подводить не модулированные колебания высокой частоты от колебательного контура, а колебания низкой частоты от микрофона или звукоснимателя.

В усилителях, содержащих несколько каскадов, различают каскад *предварительного усиления*, или *усиления напряжения*, и *оконечный* или *выходной каскад* — усилитель мощности. Оконечным является последний каскад усилителя, работающий на громкоговоритель, а предварительными — все остальные каскады, находящиеся перед оконечным каскадом.

Задача ламп предварительного усиления заключается в том, чтобы увеличивать напряжение низкой частоты до величины, необходимой для работы ламп оконечного каскада.



Фиг. 193. Схема связи на сопротивлениях в приемнике с двумя каскадами усиления низкой частоты.

Выходная лампа

Выходной лампой приемника или усилителя называют лампу, работающую в его последнем, оконечном, каскаде, в анодную цепь которой включают громкоговоритель (непосредственно или через выходной трансформатор).

В схемах фиг. 190 и 192 выходными лампами являются лампы $Л_2$, а в схемах фиг. 191 и 193 — лампы $Л_3$.

От оконечного каскада требуется не только усиление напряжения низкой частоты, но и усиление мощности. Для этой цели в оконечных каскадах используют специальные, более мощные лампы, анодный ток которых в несколько раз и даже в несколько десятков раз больше анодного тока других приемно-усилительных ламп. Чем больше напряжение на аноде выходной лампы и чем больше ток, который можно получить в ее анодной цепи, тем большую мощность она сможет отдавать громкоговорителю, тем громче он будет работать.

Так, например, батарейная выходная лампа типа СО-244 (пентод), обладая сравнительно небольшим анодным током (около 4 *ма*), может обеспечить звучание одного маломощного громкоговорителя, но у нее «не хватит силы» раскачать более мощный электродинамический громкоговоритель. В то же время такая сетевая выходная лампа, как, например, лучевой тетрод 6П3С (ее анодный ток около 70 *ма*) может питать более мощный электродинамический громкоговоритель или несколько электромагнитных или маломощных электродинамических громкоговорителей.

Однако чтобы громкоговоритель давал громкое звучание, на управляющую сетку выходной лампы нужно подать достаточно большое напряжение низкой частоты. Совершенно неразумно, подводя к управляющей сетке такой мощной лампы, как, например, 6П3С, напряжение от детекторного приемника, ожидать большой громкости звучания электродинамического громкоговорителя. Хотя постоянный ток в анодной цепи этой лампы будет большой, но низкочастотная составляющая этого тока будет малой и громкоговоритель будет звучать очень слабо. Чтобы лампа 6П3С отдала электродинамическому громкоговорителю большую мощность, заставила его громко звучать, на ее управляющую сетку нужно подать напряжение низкой частоты около 14 *в*, в то время как детекторный приемник развивает на своем «выходе» напряжение, составляющее только доли вольта.

Лампа 6П3С будет нормально работать от детекторного радиоприемника только в том

случае, если получаемое от него напряжение низкой частоты будет предварительно усилено одной или двумя лампами.

Одноламповый приемник с обратной связью является детектором и одновременно предварительным каскадом усиления низкой частоты. При приеме наиболее мощных и местных станций на его анодной нагрузке развивается напряжение, достаточное для «раскачки» оконечной лампы.

Отметим, что в оконечных каскадах простых радиоприемников иногда используют лампы, предназначенные для усиления напряжения. Они могут отдать мощность, достаточную для работы маломощного громкоговорителя.

Сеточное смещение

В каскадах усиления высокой и низкой частоты всегда приходится принимать меры, предупреждающие искажения, которые, в силу некоторых присущих им свойств, могут внести радиолампы.

Эти меры заключаются в том, что на управляющие сетки ламп подается некоторое постоянное отрицательное напряжение относительно их катодов. Это напряжение называют напряжением смещения или сеточным смещением.

Простейший способ подачи смещения показан на фиг. 194. Здесь в цепь управляющей сетки лампы последовательно с сопротивлением ее утечки включена батарея смещения $Б_с$ так, что ее положительный полюс соединен с катодом лампы, а отрицательный — с управляющей сеткой (через сопротивление R). При таком включении батареи управляющая сетка лампы будет иметь относительно ее катода постоянное отрицательное напряжение, равное напряжению батареи $Б_с$. Это отрицательное напряжение на сетке является напряжением смещения лампы.

Лампы разных типов при различных анодных напряжениях требуют различного напряжения смещения. Оно указывается в паспортах ламп, в справочных таблицах. Так, например, для пентода СО-244 при анодном напряжении и напряжении на экранирующей сетке 120 *в*, напряжение смещения должно составлять — 2,5 *в*, для ламп 6П6С при анодном напряжении и напряжении на экранирующей сетке 250 *в* — 12,5 *в*, а для лампы 6К7 при том же анодном напряжении и напряжении на экранирующей сетке 100 *в* — 3 *в*.

При правильной величине сеточного смещения выходная лампа дает наибольшее усиление при незначительных искажениях.

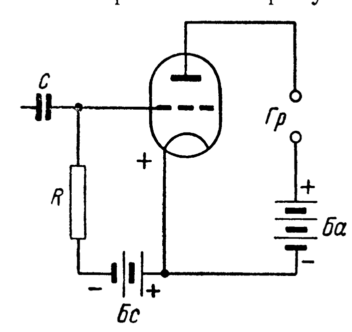
На практике чаще используют способ подачи смещения на сетку, не требующий применения специальной батареи смещения. Это — так называемое автоматическое смещение.

Схема усилительного каскада с автоматическим смещением показана на фиг. 195. Здесь в анодную цепь лампы между минусом источника питания анодной цепи и катодом лампы включено сопротивление $R_к$. Параллельно этому сопротивлению присоединен конденсатор $C_к$, который показан на схеме пунктиром (о роли его мы скажем несколько позже). Управляющая сетка лампы соединена (через сопротивление утечки сетки R) с концом сопротивления $R_к$, противоположным тому концу этого сопротивления, который соединен с катодом лампы.

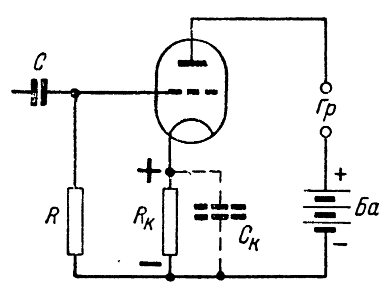
Во всей анодной цепи лампы, состоящей из сопротивления $R_к$, внутреннего сопротивления лампы и сопротивления нагрузки — громкоговорителя, действует постоянное напряжение, равное напряжению батареи $Б_а$ (или иного источника анодного напряжения). На каждом участке этой цепи будет некоторое падение напряжения. Падение напряжения будет и на сопротивлении $R_к$, при этом на верхнем его конце, т. е. на катоде, получается положительное напряжение относительно другого его конца, соединенного с минусом источника анодного напряжения. Так как управляющая сетка лампы соединена именно с концом сопротивления $R_к$, противоположным катоду, она и получит отрицательное напряжение относительно катода.

Сопротивление, с помощью которого получают смещение, называют сопротивлением автоматического смещения.

Величина напряжения смещения зависит от анодного тока лампы и величины сопротивления смещения. Чем больше анодный ток лампы и величина сопротивления смещения,



Фиг. 194. Смещение на сетку при помощи батареи.



Фиг. 195. Схема с автоматическим смещением на сетке.

тем больше напряжение смещения. Его величину легко подсчитать по известной нам формуле:

$$U_c = I_a \cdot R_к.$$

Если, например, анодный ток лампы $I_a = 2$ *ма* (0,002 *а*), а сопротивление $R_к = 1\,000$ *ом*, то напряжение смещения будет равно:

$$U_c = I_a R_к = 0{,}002 \cdot 1\,000 = 2 \text{ в}.$$

Следовательно, на управляющей сетке относительно катода этой лампы будет — 2 *в*.

Используя разновидность этой формулы, легко подсчитать и величину сопротивления, необходимого для получения требуемого смещения. Например, если известно (по справочным таблицам), что на сетку лампы нужно подать напряжение смещения $U_c = -3$ *в*, а ее анодный ток $I_a = 10$ *ма*, то величина сопротивления смещения должна быть:

$$R_к = \frac{U_c}{I_a} = \frac{3}{0{,}01} = 300 \text{ ом}.$$

Когда рассчитывают сопротивление смещения для пентода или лучевого тетрода, то к анодному току прибавляют еще ток экранирующей сетки. Так, например, при смещении $U_c = -12{,}5$ *в* анодный ток лучевого тетрода 6П6С составляет 45 *ма* = 0,045 *а* и ток экранирующей сетки 7,5 *ма* = 0,0075 *а*. В этом случае величина сопротивления смещения должна быть:

$$R_к = \frac{12{,}5}{0{,}045 + 0{,}0075} \approx 240 \text{ ом}.$$

Чтобы измерить напряжение смещения, вольтметр присоединяют не к сетке и катоду, а параллельно сопротивлению смещения таким образом, чтобы его зажим, отмеченный знаком «+», был бы подключен к катоду лампы. Если при этом вольтметр будет показывать напряжение 12,5 *в*, значит на сетке этой лампы будет напряжение 12,5 *в* со знаком «—».

Теперь расскажем о роли конденсатора $C_к$, показанного на фиг. 195 пунктирными линиями.

Нам известно, что во время работы лампы в ее анодной цепи протекает постоянный по направлению, но изменяющийся по величине, т. е. пульсирующий, ток. Значит, и на сопротивлении смещения будет изменяющееся (пульсирующее) напряжение. А это нарушит нормальный режим работы лампы. Чтобы этого избежать, параллельно сопротивлению смещения и включают конденсатор (как говорят, сопротивление шунтируют конденсатором). В этом случае составляющие пульсирующего анодного тока на участке минус батарея $Б_a$ — катод будут разветвляться по двум путям: по сопротивлению пройдет постоянный ток (постоянная составляющая), создающий постоянное отрицательное напряжение на сетке, а переменный ток (переменная составляющая) пройдет через конденсатор $C_к$. Таким образом, на сопротивлении смещения $R_к$ будет существовать все время постоянное напряжение, что и необходимо для нормальной работы лампы.

Емкость конденсатора, шунтирующего сопротивление смещения, должна быть возможно больше, чтобы конденсатор не оказывал сколь-либо существенного сопротивления колебаниям самых низких частот, усиливаемых лампой.

Для каскадов усиления низкой частоты емкость конденсаторов, шунтирующих сопротивления смещения, должна быть от 1—2 *мкф* до нескольких десятков микрофарад. Здесь обычно применяют электролитические конденсаторы.

В каскадах усиления высокой частоты емкость шунтирующих конденсаторов должна быть не менее 5 000 *пф*.

Приемник прямого усиления

В этой беседе мы разобрали работу приемников, в которых происходит только одно преобразование частоты — детектирование. До детектора может быть один или более усилительных каскадов, увеличивающих амплитуду модулированных высокочастотных колебаний без изменения их частоты. Детекторный каскад преобразует эти колебания в колебания низкой (звуковой) частоты. В следующих каскадах приемника — в усилителе низкой частоты — происходит только усиление колебаний низкой частоты.

Такие приемники, в которых происходит только одно преобразование частоты, получили наименование приемников прямого усиления.

Радиоприемники этого типа принято характеризовать условной формулой, в которой каскады обозначают буквой и цифрами. Детекторный каскад обозначают латинской буквой V. Число каскадов усиления высокой частоты в приемнике указывают цифрой, стоящей перед буквой V. После буквы V указывают число каскадов усиления низкой частоты. Так, например, одноламповый приемник обозначают 0-V-0. Это означает, что в нем имеется только детекторный каскад и нет каскадов усиления высокой и низкой частоты. Если пи-

шут 0-V-1, значит, в приемнике нет усиления высокой частоты, а имеется детекторная ступень и один каскад усиления низкой частоты. Формула 1-V-1 говорит о том, что в приемнике кроме детекторной ступени есть один каскад усиления высокой и один каскад усиления низкой частоты.

Приемники прямого усиления, изготавливаемые на заводах, имели широкое распространение около двадцати лет тому назад. К ним относятся батарейный приемник БИ-234 и сетевой радиоприемник СИ-235, собранные по схеме 1-V-1, ЭКЛ и ЭЧС, собранные по схеме 1-V-2, и др. Из числа выпускаемых в настоящее время по схеме прямого усиления выполнен, например, приемник «Тула». Теперь наша промышленность выпускает в основном более сложные, так называемые супергетеродинные радиоприемники. Они отличаются от приемников прямого усиления тем, что в них осуществляется двухкратное преобразование частоты. Усиление же высокой и низкой частоты в них происходит точно так же, как и в приемниках прямого усиления. С супергетеродинами мы познакомимся позже.

Советуем прочитать:

А. Д. Батраков и С. Кин, Элементарная радиотехника, ч. 2 (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1952.

И. П. Жеребцов, Радиотехника, Связьиздат, 1953.

Р. М. Малинин, Усилители низкой частоты (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1953.

Е. А. Левитин, Рабочие режимы лампы в приемниках (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1950.

Беседа двадцать первая

САМОДЕЛЬНЫЕ БАТАРЕЙНЫЕ РАДИОПРИЕМНИКИ

В этой беседе мы познакомим вас с несколькими различными схемами и конструкциями батарейных радиоприемников прямого усиления.

Двухламповый приемник с обратной связью

Принципиальная схема этого приемника показана на фиг. 196. В ней без труда можно узнать схему однолампового приемника с обратной связью, к которому добавлен каскад усиления низкой частоты.

Цепи накала обеих ламп приемника питаются от одной батареи $Б_н$, положительный полюс которой должен присоединяться к зажиму $+Б_н$, а отрицательный — к зажиму $-Б_н$. Цепи анодов и экранирующих сеток обеих ламп также питаются от общей анодной батареи $Б_а$, подключаемой к зажимам приемника, обозначенным $+Б_а$ и $-Б_а$.

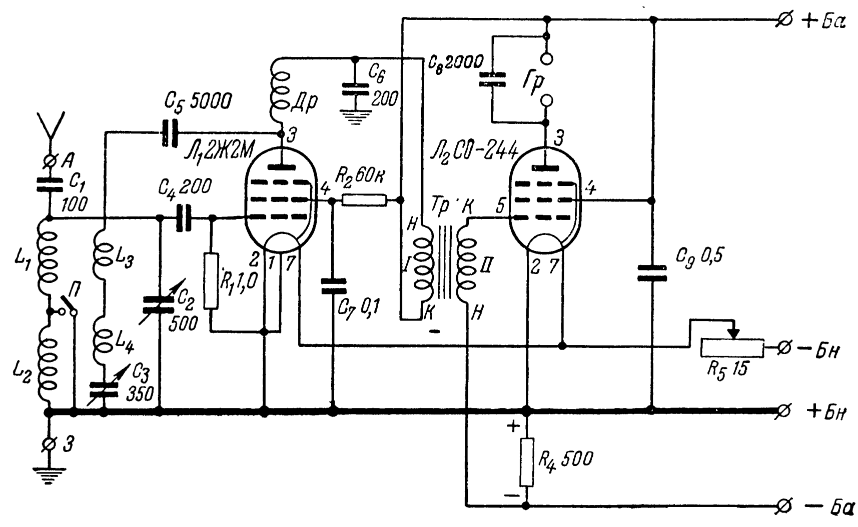
Разберемся в схеме приемника. Сначала проследим цепи накала.

От зажима $+Б_н$ ток идет по заземленному проводнику, затем он разветвляется и через контактные ножки *2* электронных ламп идет к их нитям накала. Выйдя через контактные ножки *7* из нитей, токи накала ламп соединяются, и далее общий ток идет через реостат накала R_5 к зажиму $-Б_н$. Следовательно, нити накала ламп соединены между собой параллельно. Протекающие через них токи регулируются одновременно реостатом R_5.

Теперь проследим пути токов от анодной батареи. От зажима $+Б_а$ ток разветвляется по следующим четырем цепям: 1) к экранирующей сетке лампы $Л_2$; 2) через громкоговоритель, включаемый в гнезда *Гр*, к аноду лампы $Л_2$; 3) через сопротивление R_2 к экранирующей сетке лампы $Л_1$ и 4) через первичную обмотку *1* междулампового трансформатора *Тр* и дроссель высокой частоты *Др* к аноду лампы $Л_1$. Токи этих четырех цепей, пройдя через лампы, соединяются в заземленном проводнике и вместе идут через сопротивление R_4 к зажиму $-Б_а$. Других путей для тока анодной батареи нет, разумеется, если все конденсаторы, присоединенные к этим цепям, не имеют утечек или замыканий между обкладками.

Сопротивление R_4 является сопротивлением смещения. Оно включено между отрицательным полюсом анодной батареи и катодами обеих ламп, т. е. в общую цепь анодов и экранирующих сеток обеих ламп. На этом сопротивлении падает напряжение, равное произведению величины этого сопротивления на величину проходящего через него тока. Вследствие

наличия в схеме сопротивления R_4 катоды ламп получают некоторый положительный потенциал относительно минуса анодной батареи. Так как управляющая сетка лампы $Л_2$ соединяется (через вторичную обмотку трансформатора *Тр*) с концом сопротивления R_4, противоположным тому, который соединен с ее катодом, она получает отрицательное напряжение смещения.



Фиг. 196. Принципиальная схема двухлампового батарейного радиоприемника с обратной связью.

На сетку лампы $Л_1$ смещение не подается, так как она соединена (через сопротивление R_1) непосредственно с катодом лампы. Если вывод начала *Н* вторичной обмотки трансформатора также окажется по ошибке соединенным с верхним концом сопротивления R_4, то и на сетке лампы $Л_2$ смещения не будет.

Теперь разберемся в цепях переменных токов. Возникающие в колебательном контуре модулированные колебания высокой частоты при помощи конденсатора C_4 и сопротивления R_1 детектируются лампой $Л_1$. В анодной цепи этой лампы получаются усиленные колебания низкой (звуковой) частоты, а также колебания высокой частоты. Дроссель *Др* свободно пропускает токи низкой частоты. Но он преграждает путь токам высокой частоты, направляя их в цепь обратной связи. Небольшой ток высокой частоты все же «просачивается» через дроссель *Др*. Но и этот ток через конденсатор небольшой емкости C_6 кратчайшим путем идет в обход первичной обмотки трансформатора и анодной батареи. Токи же низкой частоты проходят через первичную обмотку трансформатора *Тр* и индуктирует в его вторичной обмотке напряжение той же частоты, но большой величины, которое управляет анодным током лампы $Л_2$. Усиленные лампой $Л_2$ колебания низкой частоты приводят в действие громкоговоритель, включенный в гнезда *Гр*.

В приемнике конденсатор, шунтирующий сопротивление смещения, отсутствует. Его заменил конденсатор C_9, который пропускает переменные составляющие анодных токов, минуя сопротивление смещения R_4.

Конденсатор C_7 отводит в обход сопротивления R_2 переменные токи, возникающие в цепи экранирующей сетки лампы $Л_1$, а блокировочный конденсатор C_8 замыкает через себя наиболее высокие звуковые частоты, улучшая тем самым тембр звучания громкоговорителя.

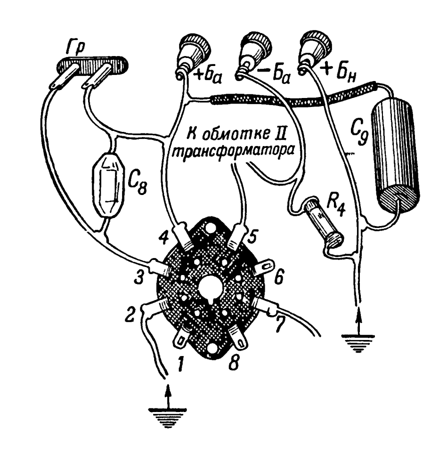
Электрические величины всех конденсаторов и сопротивлений, а также типы применяемых ламп указаны на принципиальной схеме. Данные катушек и дросселя такие же, как в описанном выше одноламповом приемнике. Трансформатор низкой частоты имеет коэффициент трансформации 2—4.

При напряжении анодной батареи 60—80 *в* и напряжении накала 2 *в* приемник обеспечивает громкий прием мощных радиовещательных станций на электродинамический громкоговоритель мощностью 0,1—0,25 *вт* (например, трансляционного типа) или на громкоговоритель типа «Рекорд».

Строя одноламповый приемник с обратной связью, мы советовали оставить на его панели место для каскада усиления низкой частоты. Теперь этот приемник нетрудно превратить в двухламповый по схеме фиг. 196. Для этого дополним его ламповой панелькой и зажимом для подключения отрицательного полюса анодной батареи ($-Б_а$), а на горизонтальной части панели установим междуламповый трансформатор. Гнезда, служившие для включения телефона, теперь будут использованы для включения громкоговорителя. Добавим в схему также сопротивление R_4 и конденсатор C_9 и соединим параллельно гнезда накала ламповых панелек. Гнездо экранирующей сетки лампы $Л_2$ соединим с зажимом $+Б_а$. Один вывод первичной обмотки междулампового трансформатора должен быть присоединен к зажиму $+Б_а$, а другой — к дросселю высокой частоты. Конец вторичной обмотки трансформатора нужно соединить

с управляющей сеткой лампы $Л_2$, а ее начало — с проводником, идущим к зажиму — $Б_а$.

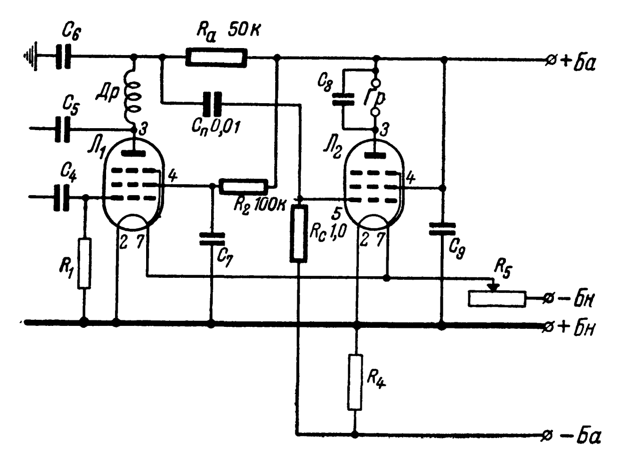
Часть монтажа, относящаяся к панельке лампы СО-244, показана на фиг. 197. Детекторный каскад (смонтированный ранее приемник) остается без каких-либо изменений, за исключением анодной цепи.



Фиг. 197. Монтаж панели для усилителей лампы СО-244.

В гнезда *Гр* приемника можно включать также электромагнитный или пьезоэлектрический телефон. Но в последнем случае между гнездами *Гр* вместо блокировочного конденсатора C_8 необходимо включить сопротивление 30—50 *ком.*

Описанным двухламповым приемником можно пользоваться и как одноламповым, если включить телефон параллельно первичной обмотке междулампового трансформатора. Для этой цели можно установить на панели приемника дополнительные гнезда, соединив их с концами первичной обмотки трансформатора. Слушая передачу на одну лампу, вторую лампу ($Л_2$) для экономии энергии батарей нужно вынимать из панели, берясь осторожно за ее цоколь. С той же целью можно установить выключатель, разрывающий цепь накала лампы $Л_2$.



Фиг. 198. Вариант схемы со связью на сопротивлениях.

Если у вас не окажется междулампового трансформатора, то связь между каскадами можно осуществить на сопротивлениях по схеме фиг. 198. В этом случае вместо первичной обмотки трансформатора в анодную цепь лампы $Л_1$ нужно включить сопротивление R_a, вместо вторичной обмотки — сопротивление R_c и соединить управляющую сетку лампы $Л_2$ через конденсатор $C_п$ с сопротивлением R_a. При этом необходимо также увеличить сопротивление R_2 в цепи экранирующей сетки лампы $Л_1$ до 100 *ком.*

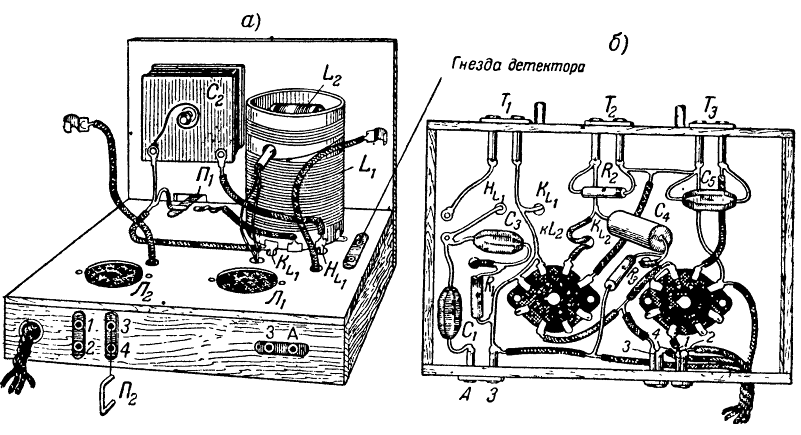
Приемник со связью на сопротивлениях дает несколько меньшее усиление, поэтому включенный в него громкоговоритель будет работать слабее. Компенсировать ослабление громкости приема можно повышением напряжения анодной батареи до 90—120 *в.*

Двухламповый приемник легко превратить в двухламповый усилитель низкой частоты, исключив из схемы колебательный контур, цепь обратной связи, дроссель высокой частоты и конденсатор C_4. Входом усилителя будет являться участок сетка — катод лампы $Л_1$. Такой усилитель можно подключать к детекторному или одноламповому радиоприемнику, но для усиления речи или воспроизведения граммзаписи этот усилитель непригоден.

В описанном приемнике (или усилителе) вместо лампы $Л_1$ типа 2Ж2М можно без каких-либо переделок использовать лампу 2К2М. Лампу СО-244 можно заменить лампой 2Ж2М или 2К2М, изменив монтаж панельки согласно их цоколевке, но при этом уменьшится выходная мощность приемника (усилителя).

В приемнике можно использовать и пальчиковые лампы. На месте лампы $Л_1$ может работать лампа 1К1П или 1Б1П (пентодная часть), а на месте лампы $Л_2$ — лампа 2П1П. В этом случае принципиальная схема приемника не изменяется, но монтаж надо переделать согласно цоколевке этих ламп. Нити накала пальчиковых ламп могут быть соединены параллельно или последовательно. В зависимости от этого параллельно или последовательно включаются и половины нити накала лампы 2П1П. В первом случае для питания цепи накала потребуется один элемент типа 6СМВД, а во втором — два последовательно соединенных элемента типа 3С. Выгоднее применить схему последовательного соединения.

Она даст возможность более эффективно использовать емкость элементов, если после некоторого истощения их замкнуть накоротко одну из половин нити накала лампы 2П1П.



Фиг. 200. Расположение деталей на панели (*а*) и монтаж (*б*) экономичного приемника.

Экономичный двухламповый приемник

Этот приемник (фиг. 199) мы называем экономичным по двум причинам. Во-первых, для его изготовления нужно иметь очень немного деталей, а, во-вторых, он потребляет мало энергии от батарей. Правда, этот приемник дает меньшую громкость по сравнению с предыдущим.

В приемнике работают две однотипные лампы — 2Ж2М или 2К2М. Если же использовать пальчиковые лампы 1К1П или 1Б1П, приемник будет еще экономичнее.

Первая лампа $Л_1$ приемника работает как сеточный детектор с обратной связью, а вторая лампа $Л_2$ — как усилитель низкой частоты. Связь между каскадами выполнена на сопротивлениях. Приемник имеет три пары телефонных гнезд: T_1, T_2 и T_3, что позволяет использовать его как детекторный, одноламповый и двухламповый.

Для питания приемника нужны анодная батарея напряжением 30—45 *в* (например, типа БАС-45 или составленная из 7—10 последовательно соединенных батареек от карманного фонаря) и батарея накала, составленная из двух элементов типа 3С или 6СМВД. Батареи подключаются к концам гибких изолированных проводников, выведенных из приемника.

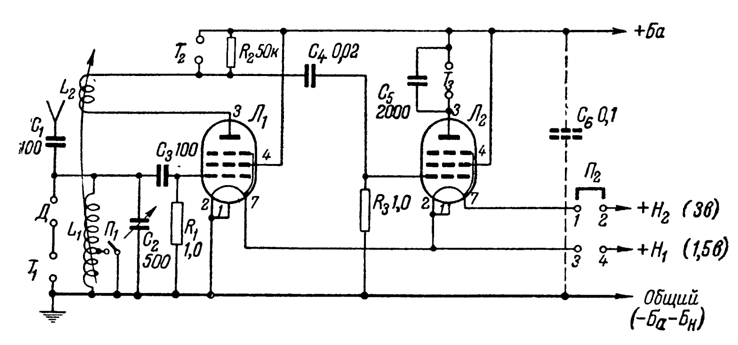
Нити накала ламп приемника соединены последовательно. Батарея накала подключается к приемнику не двумя точками, как это было сделано в описанных выше приемниках, а тремя точками. Общий, заземленный провод приемника соединяется с отрицательными полюсами обеих батарей (накала и анода); проводник $+H_1$ (1,5 *в*) соединяется со средней точкой батареи накала, а проводник $+H_2$ (3 *в*) — с положительным полюсом батареи накала. При помощи перемычки $П_2$ имеется возможность включать в работу лишь один элемент батареи накала (замкнув гнезда *3* и *4*) либо оба элемента (замкнув гнезда *1* и *2*). В первом случае работает только первая лампа $Л_1$, а во втором — обе лампы. Таким образом, при любом положении перемычки $П_2$ на нить накала каждой лампы подается напряжение, равное напряжению одного элемента. Выключается приемник удалением перемычки.

При выключенном питании нитей накала ламп телефон включается в гнезда T_1 и приемник используется как детекторный; при работе одной лампы $Л_1$ телефон включается параллельно сопротивлению R_2 в гнезда T_2; когда же работают обе лампы, телефон включается в гнезда T_3.

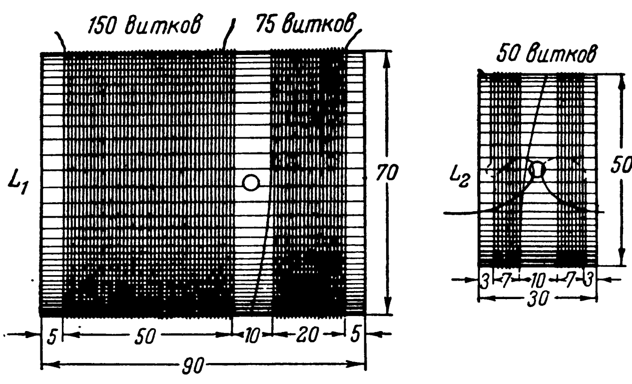
Обращаем внимание на включение сопротивления R_3 в цепи управляющей сетки лампы $Л_2$ (фиг. 199). Это сопротивление присоединено не к катоду своей лампы, а к минусу батареи накала; поэтому на управляющей сетке лампы $Л_2$ получается смещение, равное падению напряжения на нити накала лампы $Л_1$. Это дало возможность обойтись без сопротивления смещения.

Расположение деталей на панели и монтаж приемника показаны на фиг. 200. Конденсатор настройки C_2 — с твердым диэлектриком (он может быть и с воздушным диэлектриком).

Переключатель диапазонов $П_1$ — самодельный ножевого типа (см. фиг. 174). Катушки — также самодельные. Ручки настройки приемника, рычаг переключателя диапазонов $П_1$ и гнезда



Фиг. 199. Принципиальная схема экономичного двухлампового батарейного радиоприемника.



Фиг. 201. Устройство катушек для экономичного приемника.

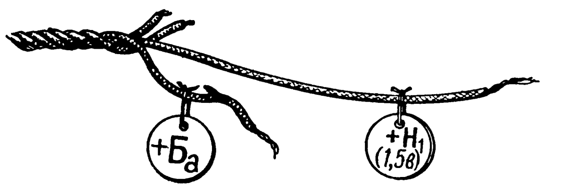
для включения телефона расположены на передней части панели. Гнезда переключения цепи накала находятся на задней части панели.

Катушки L_1 и L_2 образуют конструкцию, подобную вариометру. Их устройство и размеры показаны на фиг. 201. Контурная катушка L_1 содержит 225—230 витков с отводом от 75-го витка; намотана она проводом ПЭЛ или ПЭ 0,25—0,3 *мм* в один слой с просветом для оси катушки L_2. Часть катушки L_1, содержащая 75 витков, является средневолновой секцией. При переходе на прием длинноволновых радиовещательных станций в колебательный контур включаются обе секции катушки L_1.

Катушка обратной связи L_2 содержит 50—55 витков. Намотана она из такого же провода, как и контурная катушка. Между средними витками катушки L_2 сделан промежуток для крепления оси. Выводы катушки сделаны гибкими изолированными проводниками и пропущены через продольный канал в оси. Обратная связь регулируется вращением катушки L_2 при помощи оси внутри контурной катушки L_1.

На оси конденсатора настройки и катушки обратной связи необходимо надеть ручки со стрелками (указателями); рядом с ручками должны быть укреплены шкалы настройки (так же, как это сделано в одноламповом приемнике с обратной связью).

Батареи подключаются к концам гибких многожильных проводников, выведенных из



Фиг. 202. На концах проводников, предназначенных для подключения к батареям, нужно прикрепить картонные бирки.

приемника. Чтобы избежать ошибочного включения полюсов батарей, концы этих проводников желательно снабдить картонными бирками с надписями, указывающими, какой проводник куда должен быть присоединен (фиг. 202).

Испытание и налаживание приемника производятся в следующем порядке. Сначала его надо испытать как детекторный приемник. После этого можно вставить лампу $Л_1$, присоединить батареи, включить телефон в гнезда T_2, замкнуть перемычкой $П_2$ гнезда *3* и *4* и испытать приемник как одноламповый.

После этого можно вставить лампу $Л_2$, замкнуть гнезда *1* и *2*, включить телефон в гнезда T_3 и испытать приемник как двухламповый.

При наружной антенне и хорошем заземлении приемник при двух лампах обеспечивает прием на телефон многих радиостанций. Более мощные или близко расположенные станции можно слушать и на громкоговоритель типа «Рекорд».

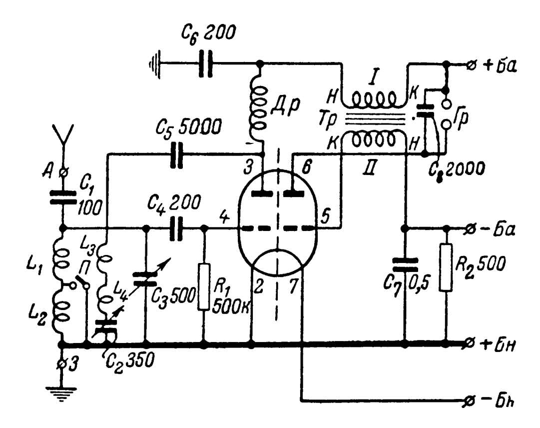
Приемник с лампой СО-243

Среди малогабаритных батарейных ламп есть двойной триод СО-243. В одном баллоне этой лампы расположены два триода. Нити накала обеих триодов соединены параллельно внутри лампы и выведены к двум штырькам. Управляющие сетки и аноды не соединены и имеют отдельные выводы. Эта лампа предназначена для работы в так называемом двухтактном оконечном каскаде усилителя низкой частоты, но радиолюбители используют ее в простых приемниках. Приемник с двойным триодом по своим свойствам равноценен двухламповому приемнику.

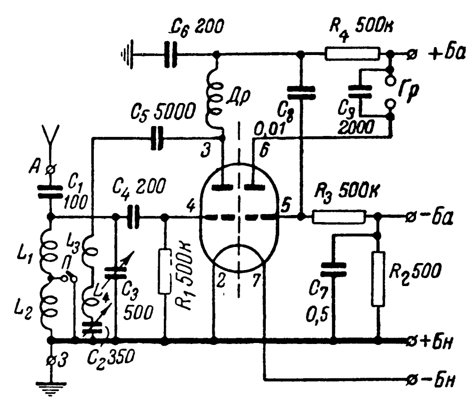
На фиг. 203 дана схема такого приемника с трансформаторной связью, а на фиг. 204 — схема того же приемника, но со связью на сопротивлениях (лампа условно разделена пунктиром на два триода). Левый триод используется как сеточный детектор, а правый — как усилитель низкой частоты.

В обеих схемах сопротивление R_2 является сопротивлением смещения усилительного (правого) триода. Напряжение, получающееся на этом сопротивлении, подается на управляющую сетку правого триода (в схеме фиг. 203—через вторичную обмотку междулампового трансформатора, а в схеме фиг. 204—через сопротивление R_3).

В остальном работа этих схем ничем не отличается от работы схемы предыдущего двухлампового приемника.



Фиг. 203. Принципиальная схема однолампового двухкаскадного батарейного приемника с трансформаторной связью.



Фиг. 204. Принципиальная схема однолампового двухкаскадного батарейного приемника со связью на сопротивлениях.

По желанию колебательный контур в этом приемнике можно сделать таким же, как и в предыдущем приемнике.

Приемник с лампой СО-243 хорошо работает при напряжении батареи накала 2 *в* и напряжении анодной батареи 90—120 *в*. Следует иметь в виду, что лампа СО-243 очень «прожорлива». Ее ток накала при напряжении 2 *в* составляет 240 *ма*, т. е. равен току накала двух ламп 2Ж2М или 2К2М при таком же напряжении. Анодный ток каждого триода лампы СО-243 также в несколько раз больше анодных токов пентодов 2Ж2М и 2К2М.

Лампа СО-243 без каких-либо изменений в схеме может быть заменена лампой 1Н3С; при этом батарея накала должна давать напряжение 1,2 *в* (можно использовать для питания нити накала один элемент типа 3С).

Походный радиоприемник

Для юных радиолюбителей этот приемник представляет особый интерес летом, в пору увлекательных туристских походов и путешествий по родному краю.

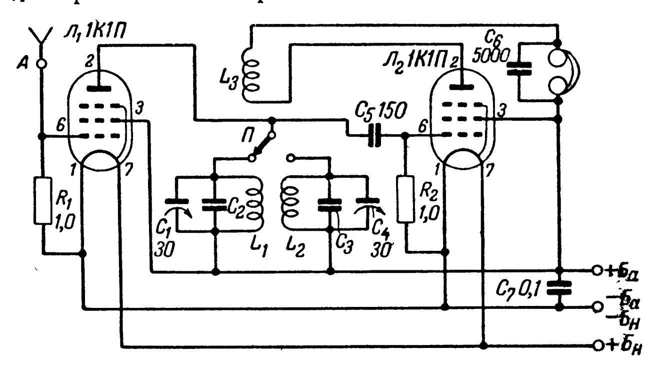
В походе достаточно иметь возможность слышать одну-две радиостанции местного или центрального вещания. Кроме того, важно, чтобы этот приятный спутник был небольшого размера, «не капризничал» и мало расходовал электроэнергии от батарей.

Предлагаемый приемник в основном удовлетворяет требованиям, предъявляемым условиями походной жизни. При небольшой антенне он дает громкий прием на телефон местных радиовещательных станций.

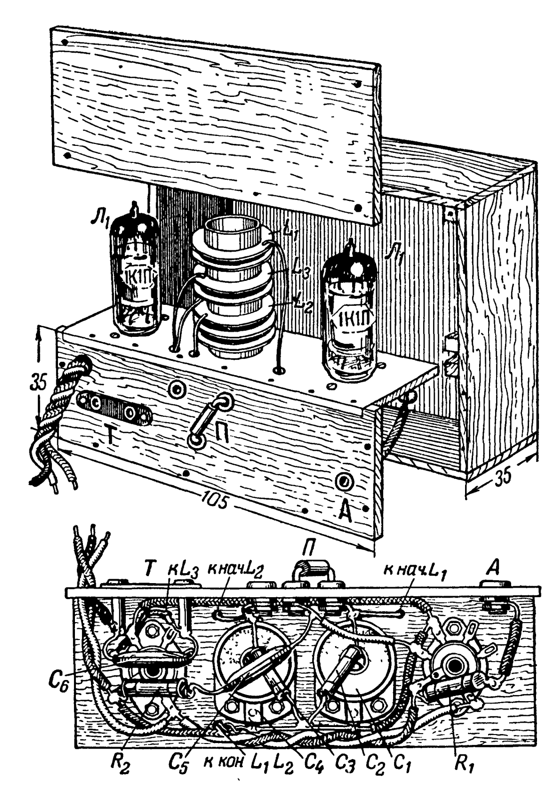
Принципиальная схема приемника приведена на фиг. 205. В нем используются две пальчиковые лампы типа 1К1П (можно 1Б1П). Первая лампа $Л_1$ работает в каскаде усиления высокой частоты, а вторая — как сеточный детектор с обратной связью. Катушка L_1 вместе с конденсаторами C_1 и C_2 образует первый колебательный контур, настроенный на одну из радиостанций средневолнового диапазона, а катушка L_2 и конденсаторы C_3 и C_4— второй колебательный контур, настроенный на одну из радиовещательных станций длинноволнового диапазона. При помощи переключателя *П* можно включать в работу любой из этих контуров. Таким образом, этот приемник является приемником с двумя фиксированными настройками.

Напряжение на анод первой лампы подается через катушку включенного колебательного контура, а на анод второй лампы — через электромагнитный телефон и катушку обратной связи L_3. На экранирующие сетки обеих ламп подается полное напряжение анодной батареи.

Входная цепь приемника не настраивается. В цепь антенны вместо колебательного контура включено сопротивление R_1. Все модулированные колебания высокой частоты, улавливаемые антенной, создают на сопротивлении R_1 переменные напряжения высокой частоты,



Фиг. 205. Принципиальная схема походного радиоприемника.



Фиг. 206. Устройство и монтаж походного радиоприемника.

которые усиливаются лампой $Л_1$ *. Колебания, усиленные лампой $Л_1$, детектируются при помощи конденсатора C_5 и сопротивления R_2 и усиливаются лампой $Л_2$. Обратная связь дает дополнительное усиление и повышает избирательность приемника.

В качестве антенны для приемника можно использовать изолированный проводник длиной 1,5—2 *м*. На продолжительных привалах желательно использовать проводник длиной 5—6 *м*, подвешенный за сучок дерева и присоединенный одним концом к приемнику. С такой антенной прием получается более громким. Увеличивает громкость приема и применение заземления. В походе его можно сделать при помощи железного штыря, вбиваемого в землю и соединяемого с батареей накала.

Конструкция и монтаж приемника показаны на фиг. 206.

Угловая панель и ящик приемника изготовляются из 3—4-миллиметровой фанеры, зачищаются мелкой наждачной бумагой и покрываются лаком или красятся масляной краской. Длина горизонтальной части панели 100 *мм*, ширина 30 *мм*. Вертикальная планка панели длиннее горизонтальной на удвоенную толщину фанеры; высота ее около 35 *мм*. К боковым стенкам ящика с внутренней стороны прибиты тонкие реечки, образующие пазы для краев горизонтальной части панели. Панель вставляется в ящик и привинчивается к нему мелкими шурупами. Над панелью ящик закрывается фанерной дощечкой.

Панель и ящик могут быть изготовлены также из органического стекла.

На горизонтальной части панели крепятся ламповые панельки, катушки, подстроечные конденсаторы. Переключатель контуров, гнезда для подключения телефонных трубок и антенны укреплены на вертикальной части панели; через нее же выведены изолированные проводники для подключения к приемнику батарей.

Для приемника можно использовать анодную батарею БАС-45, или предназначенную для слуховых аппаратов, либо составить ее из 10—12 батареек карманного фонаря. Для накала ламп может быть использован один элемент любого типа. Батарею и накальный элемент можно поместить в отдельном ящичке или носить в чемоданчике или рюкзаке.

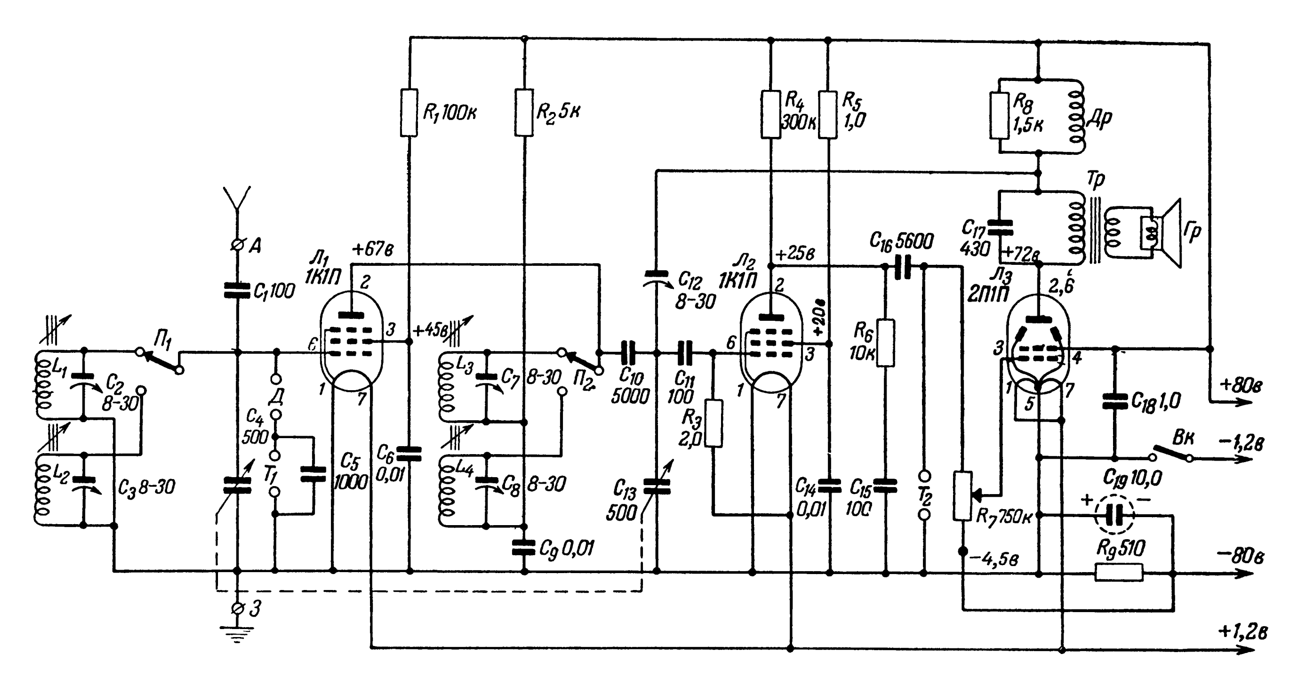
Все катушки приемника намотаны на картонных шпульках и расположены на одном каркасе (картонной трубке или картонной гильзе от охотничьего ружья) диаметром 17—20 *мм*. Высота шпулек катушек L_1 и L_3 (расстояние между их щечками) 6 *мм*. Шпулька катушки L_2 имеет среднюю щечку; расстояние между крайними щечками 10—12 *мм*. Внешний диаметр шпулек не должен превышать ширину панели (30 *мм*). Шпульки должны туго передвигаться по каркасу. Для всех катушек желательно использовать провод в двойной шелковой или бумажной изоляции (можно и с эмалевой) диаметром 0,15—0,2 *мм*. Катушка обратной связи L_3 имеет 90—100, средневолновая катушка L_1—80 — 100, а длинноволновая катушка L_2 — 280—300 витков.

Наибольшая емкость подстроечных конденсаторов C_1 и C_4 должна быть 30—40 *пф*. Емкости конденсаторов C_2 и C_3 подбираются в процессе настройки контуров (если индуктивность катушек будет достаточно большой, то эти конденсаторы могут и не понадобиться).

Переключатель может быть любой конструкции небольшого размера. В описываемом приемнике переключение контуров осуществляется перемычкой.

Контуры приемника надо настроить на радиостанции, которые хорошо слышны в вашей

* Входную цепь можно было бы сделать также настраиваемой, но это привело бы к усложнению приемника и, кроме того, заметно сказалось бы влияние различных антенн на настройку приемника.



Фиг. 207. Принципиальная схема трехлампового батарейного радиоприемника с динамиком.

местности. Сначала включают катушку L_2, устанавливают подстроечный конденсатор C_4 в среднее положение и включают в контур поочередно постоянные конденсаторы различной емкости (на место C_3). Останавливаются на том конденсаторе, при котором получается наиболее громкий прием желаемой станции. Затем при помощи подстроечного конденсатора добиваются еще лучшей громкости. Настроившись на станцию, перемещают катушку обратной связи по каркасу до такого положения, когда прием получается наиболее громким, но генерация отсутствует. После этого может понадобиться немного изменить емкость подстроечного конденсатора C_4. Затем шпульку катушки при помощи капельки коллодия, лака или клея можно укрепить на каркасе. Далее, включают катушку L_1 и точно так же настраивают контур на желательную станцию средневолнового диапазона. При этом необходимая величина обратной связи устанавливается передвижением катушки L_1.

Чем меньше емкости конденсаторов C_2 и C_3, тем лучше будет работать приемник; во всяком случае емкость каждого из них не должна превышать 500 *пф*.

Настройку контуров приемника удобно производить при помощи испытательной палочки, описанной на стр. 193. Рекомендуем при настройке контуров подключить к приемнику нормальную наружную антенну и заземление.

Трехламповый приемник с динамическим громкоговорителем[1]

Теперь расскажем о схеме и устройстве более сложного радиоприемника — трехлампового с динамическим громкоговорителем, рассчитанного на прием радиовещательных станций длинноволнового и средневолнового диапазонов. Он содержит каскад усиления высокой частоты, сеточный детектор с обратной связью и каскад усиления низкой частоты.

Схема. Принципиальная схема приемника показана на фиг. 207. В усилителе высокой частоты работает лампа 1К1П ($Л_1$), в сеточном детекторе — также лампа 1К1П ($Л_2$) и в усилителе низкой частоты — лампа 2П1П ($Л_3$).

Многое в этой схеме вам уже знакомо по предыдущим премникам. Так, например, проследив цепи накала ламп, вы можете убедиться в том, что нити накала всех ламп, в том числе и половинки нити лампы 2П1П, соединены параллельно и питаются от одной батареи. Не составит большого труда понять, что цепи анодов и экранирующих сеток ламп также питаются от общей батареи.

Модулированные колебания высокой частоты из антенны через конденсатор C_1 поступают на входной контур приемника. При по-

[1] Схема и конструкция этого приемника заимствованы из журнала „Радио“ № 4 за 1954 г.

мощи переключателя $П_1$ во входной контур может быть включена либо средневолновая катушка L_1, либо длинноволновая L_2. Настройка контура осуществляется конденсатором переменной емкости C_4. С этого контура колебания высокой частоты подаются на управляющую сетку лампы $Л_1$ и усиливаются ею.

В анодную цепь лампы $Л_1$ при помощи переключателя $П_2$ включается либо средневолновая катушка L_3, либо длинноволновая катушка L_4. Вместе с конденсатором переменной емкости C_{13} они образуют колебательный контур, настраиваемый на те же диапазоны, что и входной контур. Он является одновременно и контуром детекторной лампы $Л_2$. Когда во входной контур включается средневолновая катушка или длинноволновая катушка, в анодную цепь этой лампы также включается соответственно средневолновая или длинноволновая катушка.

Анодный ток лампы проходит через второй контур, и его переменная составляющая возбуждает в данном контуре колебания высокой частоты. Наиболее сильные колебания в нем будут тогда, когда оба контура настроены на частоту радиостанции.

При любом положении переключателя $П_2$ в анодный контур включен последовательно конденсатор C_{10}. Так как емкость последнего во много раз больше емкости конденсатора C_{13}, он практически не оказывает влияния на настройку контура. Если его в контуре не будет, то при случайном замыкании между пластинами конденсатора переменной емкости C_{13} анодная батарея окажется замкнутой накоротко. Это приведет не только к тому, что приемник перестанет работать, но и к быстрому разряду анодной батареи.

В анодную цепь лампы $Л_1$ между плюсом анодной батареи и катушками L_3 и L_4 включено сопротивление R_2, а между заземленным проводником и точкой соединения сопротивления R_2 с катушками L_3 и L_4 — конденсатор C_9. Сопротивление R_2 с конденсатором C_9 образует так называемый развязывающий фильтр, препятствующий проникновению колебаний высокой частоты в общую цепь питания анодов ламп приемника и тем самым предупреждающий самовозбуждение приемника. Лампа $Л_2$ детектирует усиленные первой лампой модулированные колебания высокой частоты. С анодной нагрузки лампы $Л_2$ — сопротивления R_4 — колебания низкой частоты через разделительный конденсатор C_{16} подаются на управляющую сетку выходной лампы $Л_3$. В анодную цепь этой лампы включена первичная обмотка выходного трансформатора *Тр*. При его помощи усиленные колебания низкой частоты подаются на электродинамический громкоговоритель *Гр*.

В описываемом приемнике имеется обратная связь, способ осуществления которой значительно отличается от способов, примененных в описанных выше приемниках.

Здесь из анодной цепи лампы $Л_2$ вместе с колебаниями низкой частоты на управляющую сетку лампы $Л_3$ поступают также колебания высокой частоты. Вследствие этого в анодной цепи выходной лампы $Л_3$ получаются также колебания высокой частоты. В эту цепь последовательно с первичной обмоткой выходного трансформатора *Тр* включен дроссель высокой частоты *Др*, зашунтированный сопротивлением R_8. Получающиеся на дросселе колебания высокой частоты через конденсатор C_{12} подаются в цепь сетки детекторной лампы, повышая тем самым чувствительность и избирательность приемника. Наивыгоднейшая величина обратной связи устанавливается изменением емкости конденсатора C_{12}. Цепочка, составленная из сопротивления R_6 и конденсатора C_{15}, обеспечивает равномерную глубину обратной связи при всех настройках приемника.

Отрицательное напряжение смещения на управляющую сетку выходной лампы $Л_3$ подается через сопротивление утечки сетки R_7 с сопротивления R_9, по которому протекают токи анодов и экранирующих сеток всех ламп приемника. Переменное сопротивление R_7 служит одновременно регулятором громкости. При перемещении его ползунка вверх громкость увеличивается, а при перемещении вниз — уменьшается. Сопротивления R_1 и R_5 и конденсаторы C_6 и C_{14} входят в цепи экранирующих сеток первых двух ламп. Экранирующая сетка выходной лампы соединена непосредственно с плюсом анодной батареи.

Контурные катушки L_1, L_2, L_3 и L_4 имеют сердечники из высокочастотного магнитного материала — карбонильного железа. Они дают возможность изменять в некоторых пределах индуктивность катушек, что облегчает подстройку контуров в резонанс в конце каждого диапазона. Подключенные параллельно катушкам подстроечные конденсаторы C_2, C_3, C_7 и C_8 предназначены для подстройки контуров в начале диапазонов.

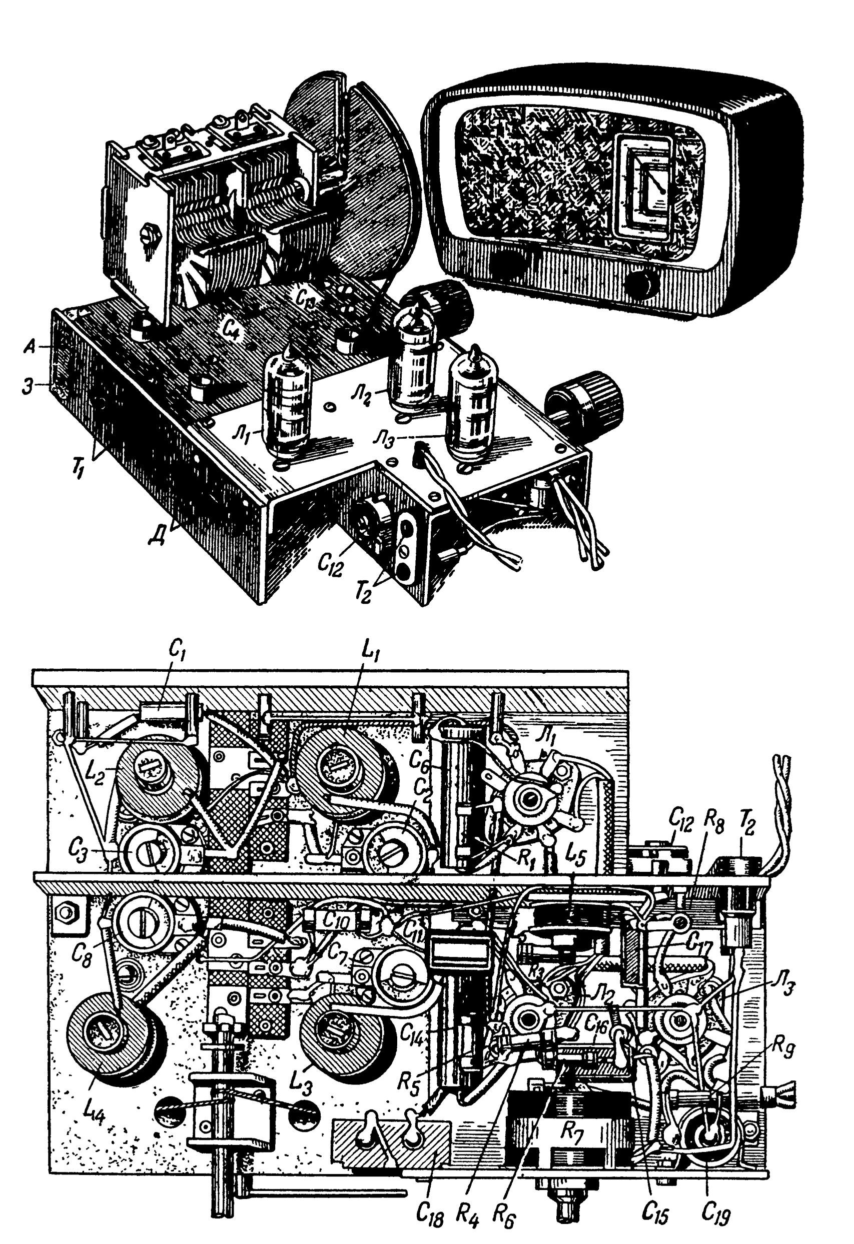
Когда не нужен громкоговорящий прием, приемник может быть использован как двухламповый или детекторный. В первом случае телефонные трубки (любого типа) включаются в гнезда T_2, а лампа $Л_3$ вынимается из приемника. Во втором случае трубки включаются в гнезда T_1, а детектор — в гнез-

да *Д*; при этом батареи к приемнику присоединять не нужно.

Источники питания. Для питания цепи накала приемника можно использовать два соединенных параллельно элемента типа 3С или один элемент типа 6СМВД или блок БНС-100. Для питания цепей анодов и экранирующих сеток ламп нужна батарея, дающая напряжение 70—90 *в* (например, БАС-80 или БАС-70). Питать приемник можно и от батарейного блока «Тула».

Детали и монтаж приемника. Расположение деталей, монтаж и общий вид готового приемника показаны на фиг. 208.

Панель приемника состоит из четырех частей, соединенных при помощи болтиков и шурупов. Та часть горизонтальной площадки панели, на которой укреплены блок конденсаторов переменной емкости, контурные катушки и переключатель диапазонов, выпилена из прочного изоляционного материала — текстолита или гетинакса — толщиной 1—1,5 *мм*. Ее можно выпилить и из 2—3-миллиметровой фанеры, пропитанной парафином или покрытой лаком. Та же горизонтальная часть панели, на которой размещены лампы и другие детали приемника, вырезана из листового алюминия или мягкой листовой стали толщиной 1—1,5 *мм*. Вдоль панели снизу укреплена полоска из алюминия или мягкой стали, являющаяся экраном между каскадом усиления высокой частоты и сеточным детектором. Задняя стена панели выпилена из фанеры. Общая длина панели 190 *мм*, ширина 130 *мм*, высота 43 *мм*.



Фиг. 208. Конструкция и монтаж трехлампового радиоприемника.

Размеры и разметка отверстий для крепления деталей первой части панели и устройство переключателя диапазонов, укрепленного на этой части панели, приведены на фиг. 209. Ось переключателя служит одновременно осью ручки настройки приемника. В панели просверлены четыре отверстия диаметром 12 *мм*, в которые плотно вставляются и вклеиваются каркасы контурных катушек.

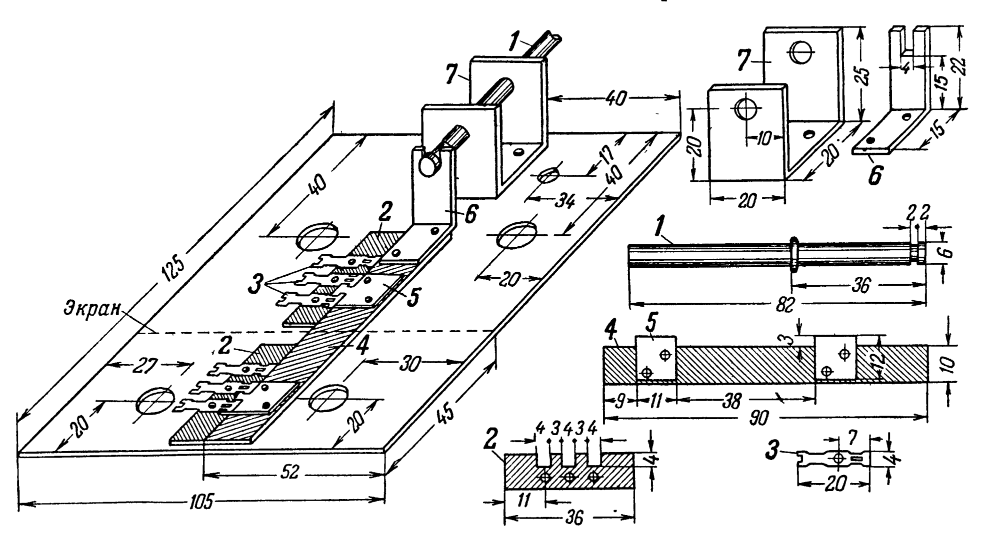
Для переключателя заготовьте из текстолита, гетинакса или хорошо проклеенной березовой фанеры три планочки: две длиной по 34—36 *мм* (деталь *2*) и одну длиной 90 *мм* (деталь *4*).

К коротким планочкам, сделав в них пропилы, как показано на рисунке, приклепайте замыкающие контакты переключателя (деталь *3*) или полоски, вырезанные из гартованной латуни (в крайнем случае из жести), толщиной 0,2—0,3 *мм*; длина контактов 20 *мм*, ширина 4—5 *мм*. Вместе с контактами короткие планки приклепайте (прибейте) к панели.

К длинной планочке приклепайте две замыкающие пластинки (деталь *5*), вырезанные из листовой латуни или жести, и угольник (де-

таль *6*), изготовленный из мягкой стали толщиной 0,3—0,4 *мм*. В угольнике сделайте пропил для канавки оси переключателя. Ось переключателя (деталь *1*) можно сделать из толстого гвоздя. Скобу, удерживающую ось переключателя (деталь *7*), изготовьте из мягкой стали толщиной 1—1,5 *мм*. Ось должна свободно вращаться в отверстиях скобы и в то же время продольно перемещаться вместе с длинной палочкой переключателя. Если потянуть ось на себя (фиг. 208), пластинки подвижной планочки замкнут две пары контактов неподвижных планочек и включат средневолновые катушки. Если же на ось нажать, длинная планочка передвинется обратно и ее замыкающие пластинки включат длинноволновые катушки.

Чтобы избежать бокового смещения подвижной планочки переключателя, в экране панели сделан пропил, ограничивающий это смещение. Для ограничения продольного движения оси на нее между угольником и скобой напаяно проволочное колечко.

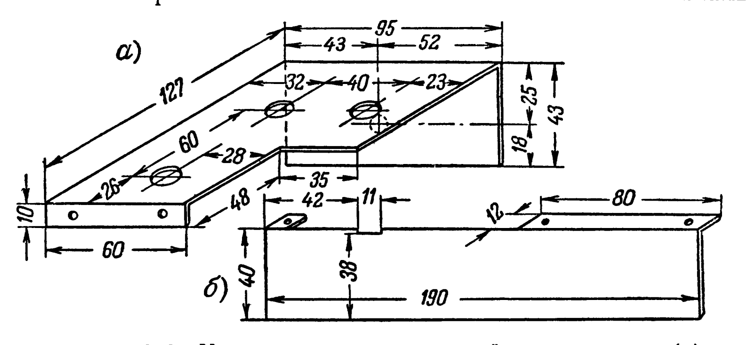


Фиг. 209. Устройство переключателя и крепление его на панели.

Устройство и размеры металлической части панели и экрана показаны на фиг. 210.

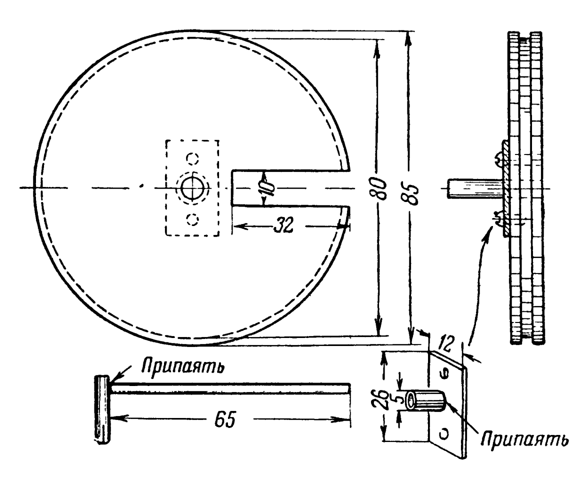
На оси блока конденсаторов переменной емкости укреплен шкив механизма настройки приемника. Устройство шкива показано на фиг. 211. Он состоит из двух фанерных кружков диаметром 85 *мм* и одного диаметром 80 *мм*. Кружки склейте столярным клеем так, чтобы меньший кружок находился в середине. Склеенный шкив сушите под грузом, чтобы он не коробился. В центре шкива просверлите отверстие, в которое туго должна входить ось блока конденсаторов, а по радиусу сделайте пропил для пружинки, натягивающей тросик.

Со стороны диска, противоположной блоку конденсаторов, привинтите стальную пластинку с припаянной к ней трубочкой диаметром около 5 *мм*. В трубочку вставляется укороченная ножка от штепсельной вилки с припаянным к ней кусочком медного провода толщиной 1—1,5 *мм*, выполняющим роль стрелки шкалы настройки приемника. Передача вращения с оси настройки на шкив осуществляется при помощи рыболовной лески (желательно капроновой) или прочного, но тонкого шнура.

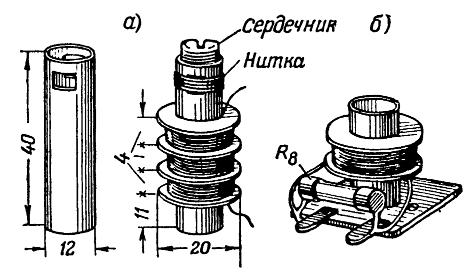


Фиг. 210. Устройство металлической части панели (*а*) и экрана (*б*).

Контурные катушки приемника — самодельные (фиг. 212,*а*). Каркасы для них склейте из полосок плотной бумаги шириной 40 *мм* на круглых болванках диаметром 9,5—10 *мм* (их удобно склеивать на стеклянной трубке или пробирке). На расстоянии 5 *мм* от верхних краев готовых и хорошо просушенных каркасов острым ножом про-



Фиг. 211. Шкив для оси блока конденсаторов настройки.



Фиг. 212. Устройство контурных катушек (*а*) и дросселя высокой частоты (*б*) для трехлампового радиоприемника.

режьте с противоположных сторон прямоугольные отверстия. В местах вырезов обмотайте каркасы в один слой толстой ниткой; витки нитки будут выполнять роль нарезки для высокочастотных сердечников катушек. Диаметр сердечников 9 *мм*. Щечки для катушек (по 4 шт. для каждой) вырежьте из гетинакса, текстолита, прессшпана или плотного картона толщиной 0,3—0,5 *мм*; насадите их на каркасы и приклейте.

Средневолновые катушки L_1 и L_2 содержат всего по 135 витков (три секции по 45 витков) провода ПЭ или ПЭЛ 0,35—0,40 *мм*, а длинноволновые L_3 и L_4 — по 450 витков (три секции по 150 витков) того же провода. Сначала между двумя верхними щечками наматывается первая секция, затем провод переводится на участок между средними щечками и наматывается вторая секция, а потом между нижними щечками — третья. Выводы катушек закрепите через проколы в щечках.

Дроссель высокой частоты *Др* (фиг. 212,*б*) намотайте на каркасе такого же диаметра, что и у катушек, но более коротком. Он содержит 400 витков провода ПЭЛ или ПЭ 0,15—0,18 *мм*, уложенных между двумя щечками. Каркас дросселя укрепите на небольшой текстолитовой или фанерной планке. На этой же планке (или одной из щечек дросселя) укрепите два жестяных лепестка. К ним припаяйте выводы обмотки дросселя и сопротивление R_8. Планка дросселя вместе с сопротивлением крепится к экрану панели приемника.

Выходной трансформатор *Тр* также самодельный. Для него нужен сердечник, имеющий площадь поперечного сечения 2,5—3 *см*^{2}. Первичная (анодная) обмотка трансформатора содержит 3 500 витков провода ПЭЛ 0,1—0,12 *мм*, а вторичная — 80 витков провода ПЭЛ 0,4—0,6 *мм*. Трансформатор крепится на доске рядом с динамиком. Динамик с постоянным магнитом — типа 1-ГД-1 или ему подобный.

Электрические величины сопротивлений и конденсаторов указаны на принципиальной схеме приемника (фиг. 207). Подстроечные конденсаторы могут быть любого типа, в том числе и самодельные. Электролитический конденсатор C_{19} рассчитан на рабочее напряжение 8—20 *в*. Переменное сопротивление R_7 с выключателем, который используется для включения питания накала ламп (*Вк*).

Все детали должны быть прочно укреплены на панели и надежно соединены. Участки проводов, близко расположенные к металлической части панели или пропускаемые через панель или экран, должны быть изолированы.

Батареи подключаются к приемнику при помощи четырех гибких проводников, к концам которых прикреплены бирки.

Ящик приемника может быть сделан из фанеры по типу показанного на фиг. 208. Передняя стенка ящика является отражательной доской громкоговорителя. Шкалу настройки можно начертить на листе бумаги и наклеить на переднюю стенку ящика.

Держатель стрелки шкалы вставляется в трубочку шкива через отверстие в шкале и передней стенке ящика после того, как приемник будет установлен в ящик.

Н а л а ж и в а н и е. Наладить приемник надо до того, как он будет установлен в ящик. Прежде всего необходимо тщательно проверить монтаж приемника по принципиальной схеме. Только после этого можно вставить лампы и подключить к нему батареи. Если имеется высокоомный вольтметр, надо проверить напряжения на электродах ламп. Их величины, измеренные по отношению к заземленному проводнику, указаны на принципиальной схеме приемника. Напряжение смещения

ламп $Л_3$ измеряется на сопротивлении R_9. Если полученные напряжения значительно отличаются от указанных на схеме, следует проверить величины сопротивлений, влияющих на эти напряжения.

Установив нормальный режим, подключите к приемнику антенну и заземление и настройтесь на какую-либо радиостанцию, работающую в начале средневолнового диапазона. При помощи подстроечных конденсаторов C_2 и C_7, подключенных параллельно катушкам этого диапазона, добейтесь наибольшей громкости приема. Затем настройте приемник на радиостанцию, работающую в конце средневолнового диапазона, и, вращая сердечники катушек L_1 и L_3, также добейтесь наибольшей громкости. Подобным же способом подстраиваются в резонанс контуры и в длинноволновом диапазоне. После этого емкость конденсатора обратной связи C_{12} установите такой, при которой приемник близок к порогу генерации, но не генерирует. Вращая ручку настройки, проверьте, не возникает ли генерация в начале и конце каждого диапазона. Если в некоторых участках диапазона генерация появляется, надо практическим путем подобрать величины сопротивлений R_6 и R_8 и емкость конденсатора C_{12}.

При налаживании приемника рекомендуем попробовать изменять емкость конденсатора C_1. При увеличении его емкости громкость приема возрастает, но зато ухудшается избирательность приемника, и наоборот.

Какие изменения можно внести в схему и конструкцию описанного приемника? Скажем только о наиболее существенных.

В приемнике, прежде всего, можно использовать 2-вольтовые батарейные лампы. Первые две лампы 1К1П могут быть заменены лампами 2К2М или 2Ж2М, а лампа 2П1П — лампой СО-244. В этом случае заменяются ламповые панельки и изменяется монтажная схема приемника, так как указанные лампы имеют иную цоколевку. При указанной замене ламп приемник нужно питать от батареи накала напряжением 3 *в*, включив в цепь накала реостат с сопротивлением 15—20 *ом*.

Вместо электродинамического громкоговорителя можно использовать электромагнитный громкоговоритель типа «Рекорд». Он включается непосредственно в анодную цепь выходной лампы; выходной трансформатор при этом не нужен. Гнезда для включения громкоговорителя «Рекорд» можно расположить на задней стенке панели приемника.

Вместо сдвоенного блока конденсаторов переменной емкости можно использовать два отдельных конденсатора с твердым или воздушным диэлектриком одинаковой емкости, укрепив их на панели рядом. В этом случае приемник будет иметь две ручки настройки. Управление приемником с двумя отдельными конденсаторами несколько усложнится, но качество его работы не ухудшится.

Если же в вашем распоряжении окажется только один конденсатор переменной емкости, то вход приемника придется сделать ненастраивающимся, как это сделано в походном приемнике. В этом случае катушки L_1, L_2 и конденсатор C_4 из схемы приемника исключаются, а в цепь управляющей сетки лампы $Л_1$ включается сопротивление (как в походном приемнике). При этом настройка приемника будет производиться только конденсатором переменной емкости C_{13}, входящим в анодный контур первой лампы. Однако надо помнить, что уменьшение числа настраиваемых колебательных контуров приемника ухудшает его избирательность.

Если вам не удается достать высокочастотных сердечников для катушек, то числа их витков необходимо будет несколько увеличить. В этом случае индуктивность катушек придется изменить во время налаживания путем увеличения или уменьшения числа их витков. Как это делать, мы расскажем в 27-й беседе.

Советуем прочитать следующие брошюры

«Массовой радиобиблиотеки» Госэнергоиздата, изданные в 1952 г.:

Ф. И. Тарасов, Простые батарейные радиоприемники.

А. М. Рахтеенко, Карманные радиоприемники.

Радиолюбительские приемники Б. Н. Хитрова.

Беседа двадцать вторая

ЭЛЕМЕНТЫ И БАТАРЕИ ДЛЯ ПИТАНИЯ ПРИЕМНИКОВ

В беседе «Экскурсия в электротехнику» вы познакомились с устройством и действием элементов, с соединением их в батареи. Теперь расскажем об основных характеристиках элементов и батарей, выпускаемых нашей промышленностью, с правилами обращения с ними и выбора их для питания приемников; как самому сделать гальванические элементы.

Промышленные элементы и батареи

Всякий элемент или батарея, выпускаемые промышленностью, всегда снабжаются этикетками, кратко характеризующими электрические свойства данного элемента или батареи.

Внешне отдельные сухие элементы отличаются друг от друга своими размерами и формой, внутреннее же устройство их почти одинаково. Самые малые по размерам и емкости элементы имеют в своих обозначениях цифру 1, а самые большие — цифру 6. После этой цифры обычно стоит буква С, что означает сухой. Кроме сухих, имеются водоналивные элементы, которые обозначают буквой В. Эти элементы, перед тем как ими пользоваться, заливаются дистиллированной, дождевой или остуженной кипяченой водой. За буквой С или В стоит буква Л, что означает летний, или буква Х — холодостойкий, т. е. элемент или батарея, способные работать при температурах до минус 40° С. После этих букв цифрами указывается емкость элемента, выраженная в ампер-часах. Так, например, 3СХ-30 расшифровывается так: размер третий, сухой элемент, холодостойкий, емкость 30 *а-ч*.

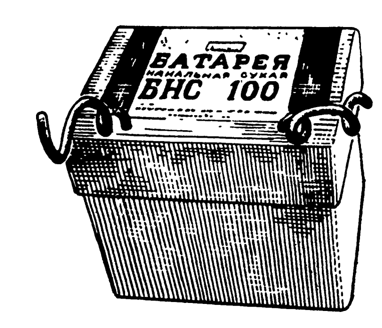
Кроме того, в конце обозначения элементов или батарей, в которых применена марганцевовоздушная деполяризация, имеются буквы МВД. При этом часто отсутствуют цифры емкости. Например, 3СМВД означает: элемент размер третий, сухой с марганцевовоздушной деполяризацией; его электрическая емкость указывается отдельно в тексте этикетки.

Батареи, анодные и накальные, представляют собой конструктивное объединение элементов в единый блок. Их обозначения начинаются с групп букв БАС, что означает батарея анодная сухая, или БНС — батарея накальная сухая.

В обозначения анодных батарей обычно входят рабочее напряжение и емкость. Например, БАС-80-Х-0,95 обозначает: батарея анодная сухая, напряжением 80 *в*, хладостойкая, емкостью 0,95 *а-ч*. В обозначениях накальных блоков обычно указывают только величину электрической емкости.

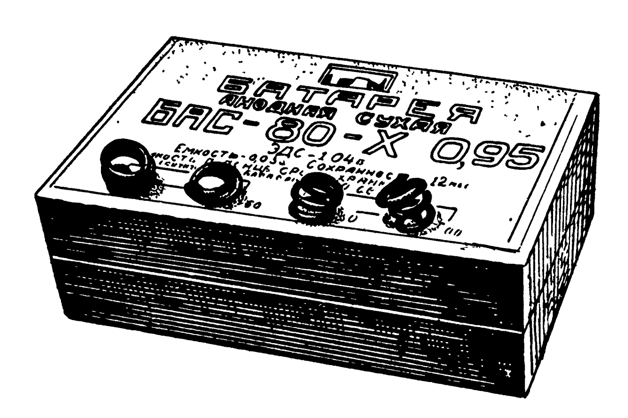
Одной из важных характеристик элементов и батарей является наибольшая допустимая величина разрядного тока. Эту величину также указывают на этикетке. Никогда не следует питать от батареи или элемента такую электрическую цепь, которая потребляет ток, превышающий эту величину. Превышение допустимого разрядного тока приводит к тому, что батарея или элемент не отдают всю емкость.

На фиг. 213 для примера показан внешний вид батареи накала БНС-100. Она состоит из 12 параллельно соединенных сухих элементов цилиндрической формы, помещенных в общем картонном футляре. Общий вид анодной батареи типа БАС-80-Х-0,95 показан на фиг 214.



Фиг. 213. Батарея накала типа БНС-100.

Она состоит из 60 маленьких сухих элементов цилиндрической формы, соединенных последовательно и помещенных в общей картонной коробке. У нее, так же как у многих анодных батарей, делаются промежуточные выводы, дающие возможность получать меньшие напряжения.



Фиг. 214. Анодная батарея типа БАС-80.

Выпускаются также анодные батареи, так называемые, галетного типа. В их обозначениях имеется буква Г (например, БАС-Г-60). По своему внешнему виду они почти не отличаются от описанных выше анодных батарей.

Для питания приемников часто встречаются в продаже блоки батарейного питания. Каждый такой блок содержит в себе и батарею накала и анодную батарею. Например, блок, выпускаемый для питания радиоприемника «Тула», состоит из батареи типа БАС-Г-60-Д-1,3 и трех элементов типа 3С.

Выбор батарей и элементов для питания приемников

Нужный комплект элементов и батарей для питания приемников можно подобрать самостоятельно, пользуясь таблицей, приведенной на этой странице.

При подборе нужного комплекта источников питания надо исходить из двух основных условий: 1) рекомендуемых для приемника рабочих напряжений; 2) токов, потребляемых приемником от анодной и накальной батарей.

Если эти условия не указаны в описании приемника, то их находят из таблицы режимов ламп (см. приложение 1).

Ток, потребляемый цепями приемника от батарей, можно подсчитать простым арифметическим способом. Допустим, что нам надо подобрать батареи для питания двухлампового приемника, собранного например, по схеме фиг. 196, в котором работают лампы 2Ж2М и СО-244.

Из таблицы узнаем, что анодный ток лампы 2Ж2М при напряжении 120 *в* составляет 1 *ма*, а ток экранирующей сетки 0,3 *ма*. Суммарный ток, потребляемый лампой от анодной батареи, составляет: 1 + 0,3 = 1,3 *ма*. Ток накала этой лампы при напряжении 2 *в* составляет 60 *ма*. Токи лампы СО-244 составляют: анодный — 4 *ма*, экранирующей сетки — 0,75 *ма*, накала — 185 *ма*. Ток, потребляемый этой лампой от анодной батареи будет: 4 + 0,75 = = 4,75 *ма*. Таким образом, общий ток, потребляемый приемником от анодной батареи, составит: 1,3 + 4,75 = 6,05 *ма* (при напряжении анодной батареи 80 *в* ток будет составлять не более 4—5 *ма*), а от батареи накала: 60 + 185 = 245 *ма*.

Для питания данного радиоприемника из анодных батарей по разрядному току подходит любая батарея, а по напряжению — все, кроме БАС-45 и БСМВД-45. Чтобы использовать последние, придется две такие батареи соединить последовательно.

Из накальных батарей по разрядному току наиболее подходящей является БНС МВД-500, но для получения требуемых 2 *в* надо соеди-

ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ И БАТАРЕИ

Тип элемента, батареи	Наименование элемента, батареи	Начальная э. д. с. *в*	Начальное напряжение *в*	Наибольший разрядный ток *ма*	Емкость *а-ч*	Срок сохранности мес.
3С-МВД	Сухой элемент с марганцево-воздушной деполяризацией .	1,4	1,35	60	60	12
6С-МВД	То же	1,4	1,30	250	150	9
3С-Л-30	Сухой элемент	1,5	1,42	60	30	18
БНС-МВД-500	Батарея накала с марганцево-воздушной деполяризацией . .	1,4	1,30	500	500	9
БНС-МВД-400	То же для приемника „Искра“	1,4	1,30	300	400	12
БНС-МВД-95	То же	1,4	1,30	300	95	12
БНС-100	Сухая батарея для накала ламп	1,54	1,5	150	100	10
1КС-Х-3,0	Элемент для карманного фонаря	1,65	1,6	300	3,5	12
КБС-Х-0,55	Карманная батарея сухая . . .	4,8	3,7	300	0,55	6
КБС-Л-0,35	То же	4,5	3,5	300	0,35	4
БАС-80-У-1	Анодная сухая батарея	104	102	10	1,05	15
БАС-80-Х-1	То же	104	102	10	1,05	15
БАС-80-Л-09	То же	94	92	10	0,85	10
БАС-60-У-0,5	То же	70	68	10	0,5	10
БАС-60-Х-0,5	То же	70	68	10	0,5	10
БАС-Г-60-Л-1,3	Анодная галетная батарея . . .	74	71	10	1,3	12
БС-70	Анодная сухая батарея	75	73	20	7,0	10
БАС-45	То же	47	45	20	8	10
БС-МВД-45	То же с марганцево-воздушной деполяризацией	50	48	20	10	8
БСГ-60-С-8	Анодная и сеточная галетная батарея для приемника „Искра“	61+4,5	59	8	8	12
БСГ-60-С-2,5	То же	61+4,5	62	8	2,5	12

нить последовательно две такие батареи. Излишек напряжения придется погасить реостатом.

В случае использования для накала батарей типа БНС-100 их надо взять 4 шт. Сначала они соединяются в две параллельные группы, которые затем соединяются последовательно. Получится батарея требуемого напряжения, допускающая разряд тока до 300 *ма.* При использовании же элементов 3СМВД их потребуется 10 шт. Надо сначала составить две группы, соединить в каждой группе параллельно по пять элементов, а затем соединить эти группы последовательно. (Подробно о смешанном соединении элементов в батареи говорилось в 15-й беседе.)

Точно так же производится подбор нужного комплекта элементов и батарей для питания других радоприемников.

Когда батареи выбраны, можно произвести ориентировочный расчет — определить, сколько времени они могут работать. Допустим, что для того же приемника нами использована анодная батарея БС-70, а для накала — батарея, составленная из двух блоков БНС МВД-500. Приблизительно считаем, что приемник потребляет от анодной батареи ток 5 *ма* (0,005 *а*) и от батареи накала 250 *ма* (0,25 *а*).

В рассматриваемом нами примере анодная батарея будет работать 7 : 0,005 = 1 400 час., а накальная 500 : 0,25 = 2 000 час. Практически такого комплекта батарей при 3—4-часовой ежедневной работе хватит на год.

Обращение с батареями

Батареи и элементы рекомендуется устанавливать в сухом, но прохладном месте, возможно ближе к приемнику, оберегать от ударов и сильных толчков. Всякий раз, когда приемником не пользуются батареи отключать.

При очень высокой температуре окружающего воздуха элементы и батареи могут быстро высохнуть. В сырых помещениях изоляция батарей и элементов снижается, а это приводит к саморазряду их.

Нельзя испытывать годность элементов или батарей «на искру». Даже при мгновенных коротких замыканиях ток разряда достигает очень большой величины, из-за чего значительно снижается запас энергии в элементе или батарее. Иногда это приводит к разрушению элементов.

Во время присоединения батарей к приемнику нужно внимательно следить, чтобы не перепутать выводы батарей накала и анода. Если в цепь накала ламп случайно будет включена анодная батарея, то нити накала ламп приемника мгновенно перегорят. Поэтому во всех случаях на зажимах приемника необходимо делать пометки, к какому из них что присоединяется, а на концах проводников, соединяющихся с батареями, рекомендуется подвешивать маленькие картонные бирки с пометками полюсов. Это спасет от случайных ошибок.

Полезно батареи, питающие приемник, поместить в фанерный ящик, на ящик укрепить ламповую панельку, к гнездам которой припаять выводы полюсов батарей. Затем взять цоколь от неисправной радиолампы и с внутренней его стороны к штырькам припаять проводники, идущие к приемнику. Внутреннюю часть цоколя можно залить варом или смолой. Вставлением цоколя в панельку батарея безошибочно подключается к приемнику.

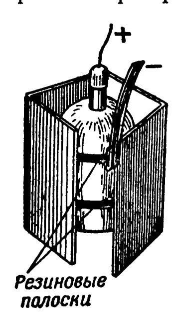
Использование разряженных элементов

Довольно часто сухие элементы типов 3С, 6С и др. перестают давать ток из-за высыхания в них электролита. Такой элемент можно «оживить». Для этого в его верхней смоляной заливке нужно просверлить два отверстия и через одно из них налить в элемент воды. Если стакан цинкового электрода в элементе не разъеден, то он не будет пропускать воду, в нем образуется электролит и элемент снова будет давать ток. Доливку воды можно делать несколько раз, пока не разрушится цинковый стакан.

Если эта попытка не увенчается успехом, то из сухих элементов можно изготовить «мокрые». Для этого их нужно осторожно разобрать, стараясь не повредить электроды и не оторвать проводнички от угольных стержней. Удалив смоляную заливку и картонную оболочку, осторожно отделить цинковый электрод от агломерата и очистить электроды от остатков высохшего электролита. Чтобы легче было разбирать элемент, его можно предварительно на 10—15 мин. погрузить в горячую воду. Если цинк трудно отделить, его можно разрезать. Электроды разобранного элемента нужно тщательно промыть в теплой воде.

Для «мокрого» элемента используют оба электрода: положительный — полностью, а у цинкового стакана (коробки) отрезается донышко. В случае, если цинковый стакан сильно изъеден, придется изготовить новый цинковый электрод. Форма последнего может быть как цилиндрической, так и прямоугольной. Надо помнить, что этот электрод можно делать только из цинка; оцинкованное железо

непригодно. К электроду нужно припаять выводной проводник. Если это сделать не удается, то цинк разрезают вдоль одного края стакана и отгибают вверх полоску, к которой крепко прикручивают проводник.



Фиг. 215. Сборка мокрого элемента.

В качестве сосуда для элемента можно использовать любую хорошо промытую стеклянную, фарфоровую или глиняную банку. Металлические и эмалированные сосуды не годятся.

Сборка электродов показана на фиг. 215. Положительный электрод обертывается снизу и сверху резиновыми полосками, например отрезанными от негодной велосипедной или волейбольной камеры, и ставится внутрь цинкового стакана. После этого оба электрода помещаются в сосуд и заливаются электролитом так, чтобы его уровень не доходил до верхнего края стакана примерно на 10 *мм*.

Электролит представляет собой раствор нашатыря или поваренной соли в дождевой или кипяченой охлажденной воде, а еще лучше в дистиллированной воде. На один стакан воды надо брать 25—30 *г* нашатыря или поваренной соли. Чтобы угольный электрод и вывод от цинкового стакана не окислялись, их надо смазать вазелином, воском или покрыть каким-либо лаком.

Такие «мокрые» элементы можно сразу же после заливки пускать в работу. Хранить их лучше всего в шкафчике или специальном ящике, оберегая от расплескивания электролита и пыли. Работают такие восстановленные элементы обычно в 2 раза меньше, чем новые сухие элементы. Их разрядный ток также будет меньше, чем у хорошего сухого или водоналивного элемента заводского изготовления.

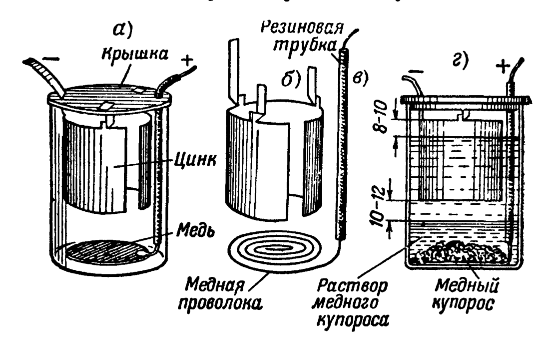
Самодельные элементы и батареи

Наиболее простыми, доступными для самостоятельного изготовления являются так называемые медно-цинковые элементы.

Положительным электродом такого элемента является медная пластинка или спираль, отрицательным электродом служат цинковая или свинцовая пластинка или цилиндрик, а электролитом — раствор медного и цинкового купоросов. Медно-цинковый элемент дает напряжение 1 *в*. Величина тока, которым можно разряжать такие элементы (или батареи), зависит от размеров элемента: чем больше элемент, тем больший ток он может дать.

Элементы для питания накала собираются в прозрачных стеклянных сосудах, в качестве которых можно использовать стеклянные банки или бутылки с отрезанными горлышками.

Сделать сосуд из бутылки можно следующим способом. Бутылку на нужной высоте



Фиг. 216. Самодельный медно-цинковый элемент для батареи накала.

обертывают шнуром или веревкой, предварительно смоченной бензином или керосином, и поджигают. Дав шнуру немного погореть (пока над ним прогреется стекло), бутылку быстро опускают в холодную воду. Стекло бутылки лопается по линии шнура, и верхняя ее часть с горлышком отваливается. Острые края полученной банки зашлифовываются точильным камнем или кирпичом.

Устройство элемента для батареи накала и его детали показаны на фиг. 216. На дне сосуда находится положительный электрод, представляющий собой кружок, вырезанный из листовой меди или свинца, или спираль, свитую из голой медной проволоки диаметром 1—1,5 *мм* (фиг. 216,*в*). На вывод этого электрода надета резиновая трубочка или он покрыт слоем смолы или вара.

Над положительным электродом находится цинковый незамкнутый цилиндр. Это — отрицательный электрод элемента. Он укреплен на крышке сосуда и также имеет вывод. Отрицательный электрод можно изготовить из листового цинка (не путайте с оцинкованной сталью) толщиной 0,8—1 *мм*. Для этого из цинка нужно вырезать прямоугольник с таким расчетом, чтобы свернутый в неполный цилиндр он был немного меньше внутреннего диаметра сосуда и его нижний край не доходил до положительного электрода (до дна) на 40—45 *мм*. С одной стороны цинковой пластинки сделайте вырезы так, чтобы получились три лапки (отростки). Затем цинк сверните на круглой болванке в цилиндр (фиг. 216,*б*). Рекомендуем по имеющейся банке сделать сначала бумажный или картонный шаблон с лапками, а по нему вырезать цинковый

электрод — цилиндр с отростками. Отростки цинкового цилиндра продеваются через прорезы, сделанные в крышке, и с внешней стороны отгибаются.

Крышку можно сделать из двух фанерных кружков разных диаметров; один из них должен быть равен внутреннему, а другой (верхний) — внешнему диаметру сосуда.

Когда элемент будет собран, на его положительный электрод нужно насыпать 20—30 *г* медного купороса (в кристаллах) и затем налить в сосуд электролит. Уровень электролита должен на 8—10 *мм* не доходить до верхнего края цилиндра (фиг. 216,*г*). Для приготовления электролита надо растворить в дистиллированной, дождевой или в крайнем случае кипяченой воде глауберову или поваренную соль. На 1 *л* воды берут 100 *г* соли. Через некоторое время медный купорос растворится и жидкость на дне станет синей. Электролит нельзя ни взбалтывать, ни перемешивать.

Чтобы элемент привести в действие, нужно замкнуть его электроды между собой на 10—15 мин. После этого срока электроды размыкаются и элементом можно пользоваться и соединять элементы в батареи.

Уход за самодельным медно-цинковым элементом или батареей элементов несложен и сводится в основном к наблюдению за сохранением определенного уровня раствора медного купороса. Во время работы элемента синий раствор должен находиться только в нижней части сосуда. Нельзя допускать, чтобы верхняя граница этого раствора поднималась до нижнего края цинка, иначе действие элемента резко ухудшится и цинк будет быстро разъедаться. Поэтому элементы не допускают переноски и сотрясений. Они должны собираться и заливаться электролитом в том месте, где они будут стоять при работе в неподвижном состоянии. Если же уровень синей жидкости понизится, то в элемент нужно очень осторожно опустить несколько кристалликов медного купороса. Если верхняя граница синего раствора подходит близко к цинку, то батарею нужно на некоторое время замкнуть, пока уровень его не опустится до требуемого положения. Можно также избыток раствора выкачать из сосуда при помощи резиновой спринцовки с надетой на ее сосок длинной стеклянной трубкой. С течением времени электролит немного испаряется, поэтому его приходится доливать в элемент, опять-таки не взбалтывая раствора. Для предотвращения быстрого испарения на поверхность электролита в элементе рекомендуем налить несколько капель растительного масла. Оно образует на поверхности электролита пленку, задерживающую испарение.

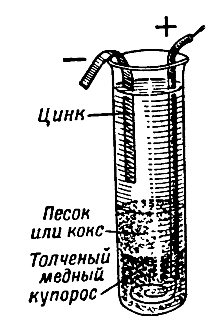
Если электролит станет слишком крепким (это вредно для элемента) — на цинке и краях сосуда образуются мелкие кристаллики, следует осторожно удалить часть электролита и добавить в элемент воды. Края сосуда и цинкового электрода, а также выводы желательно смазать вазелином или салом.

Элемент, собранный в сосуде, изготовленном из полулитровой бутылки, дает ток около 30—35 *ма*, а в сосуде емкостью 1 *л* — в 2 раза больший ток. Однако независимо от размеров элементов каждый из них будет давать напряжение, не превышающее 1 *в*.

Соединяя элементы в батарею, как это было сказано в беседе «Экскурсия в электротехнику», можно получать больший ток при большем напряжении.

Медно-цинковые элементы для анодной батареи, от которой будет потребляться небольшой ток, можно собирать в небольших стаканчиках, химических пробирках или в крайнем случае в картонных стаканчиках, пропитанных смолой, варом или воском. В таких элементах электроды можно делать в виде прямых полосок, вырезанных из цинка и меди, или из медной и цинковой проволоки.

На фиг. 217 показана конструкция элемента для анодной батареи, собранного в химической пробирке. В качестве положительного электрода здесь используется голая медная проволока, свитая в спираль. На вывод этого электрода надета резиновая трубочка. На дно пробирки насыпан слой толченого медного купороса на высоту примерно 20 *мм*. Поверх медного купороса насыпан хорошо промытый песок или кокс слоем в 20—25 *мм*. В пробирку опущена полоска, вырезанная из листового цинка. Эта полоска удерживается на краю пробирки и не доходит до слоя песка на 5—7 *мм*. Пробирка, так же как и элемент для накала, заполнена электролитом — 10-процентным раствором поваренной соли в воде. После непродолжительного замыкания выводов электродов элементы можно соединять в батарею. Для анодной батареи напряжением 60 *в* потребуется 60 таких элементов, для батареи напряжением 80 *в* — 80 элементов и т. д.



Фиг. 217. Устройство элемента для анодной батареи.

Для сборки анодной батареи нужно взять ящик

подходящего размера, сделать в нем перегородки, в которых предварительно необходимо просверлить отверстия для пробирок. В эти отверстия вставляют пробирки. Элементы соединяют в батарею путем спаивания выводов разноименных электродов. Для предохранения элементов от пыли, ящик закрывается крышкой.

Нужно отметить, что продолжительность службы медно-цинкового элемента зависит в основном от толщины цинка. Цинк во время работы элемента расходуется — растворяется в верхних слоях электролита, образуя раствор цинкового купороса. Медный же электрод почти не разрушается. Израсходованный цинковый электрод может быть заменен новым, и элемент снова будет работать.

Советуем прочитать:

В. П. Сенницкий, Самодельные гальванические элементы (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1950.

В. В. Шипов и Г. М. Давыдов, Источники питания для батарейных радиоприемников, Связьиздат, 1950.

И. И. Спижевский, Батареи для лампового радиоприемника (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1952.

Беседа двадцать третья

ПИТАНИЕ РАДИОПРИЕМНИКОВ ОТ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Питать приемник от батарей или от осветительной сети? Такой вопрос возникает, конечно, только тогда, когда имеется сеть электрического освещения. Когда ее нет, ясно, что имеется только одна возможность — питать приемник от батарей.

Радиоприемники, питаемые от осветительной сети, почти не требуют хлопот. Достаточно замкнуть выключатель, и приемник начинает работать. Поэтому, когда есть возможность питать приемник от электрической сети, нет никакого смысла пользоваться батареями, требующими внимания к себе. Правда, при этом придется произвести дополнительные затраты на приобретение деталей для выпрямителя, но это с избытком окупится в процессе пользования приемником.

В осветительной сети чаще всего течет переменный ток и значительно реже — постоянный. Переменный ток, как мы знаем, легко трансформируется. Этим он выгодно отличается от постоянного тока, который трансформировать нельзя. Однако для питания приемников можно использовать и сеть постоянного тока. В настоящей беседе мы познакомим радиолюбителей с питанием анодных и накальных цепей приемника от осветительной сети обоих видов тока.

Начнем с питания от сети переменного тока.

В наших электросетях течет ток частотой 50 *гц* при напряжении 127 или 220 *в*. Таким током можно питать только нити накала ламп, имеющие подогревные катоды. Для питания анодных цепей ламп переменный ток необходимо преобразовывать в постоянный.

Задача получения низкого напряжения (5—6,3 *в*), потребного для питания нитей накала ламп, решается при помощи трансформатора (о чем подробно сказано в 19-й беседе). Несколько сложнее обстоит дело с преобразованием его в постоянный ток.

Средства выпрямления переменного тока

С выпрямлением переменного тока мы уже знакомы по работе детекторного приемника. Кристаллический или диодный детектор в наших детекторных приемниках выпрямлял переменные токи высокой частоты. Совершенно то же происходит и в выпрямителе переменного тока сети, с той лишь разницей, что кристаллический или диодный детектор, выпрямляя слабые модулированные колебания высокой частоты, создавал пульсирующий ток низкой (звуковой) частоты, а выпрямители для питания анодных цепей приемников, выпрямляя более мощные колебания неизменной частоты и амплитуды, создают постоянный ток.

Существует несколько видов выпрямителей. В некоторых приемниках применяются так называемые селеновые выпрямители, состоящие из собранных в виде столбиков стальных пластинок (фиг. 218), поверхность которых покрыта с одной стороны селеном.

Такие пластинки обладают односторонней проводимостью для тока. Но наибольшее распространение в радиолюбительской практике получили выпрямители, в которых используются двухэлектродные лампы. Лампы, предназначенные для работы в выпрямителях, называют кенотронами.

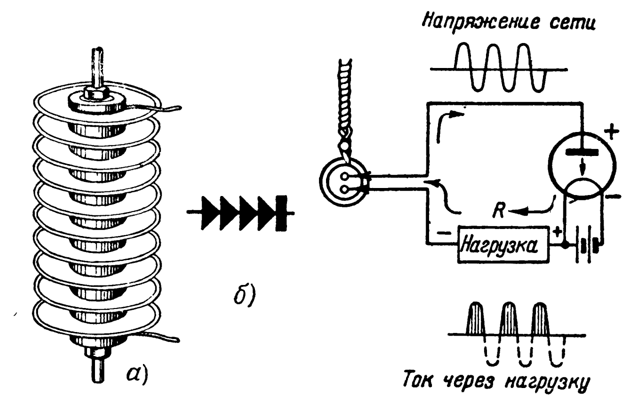
Однополупериодный выпрямитель

Вам известно, что через двухэлектродную лампу проходит ток только в том случае, если ее катод раскален и испускает электроны, а на аноде относительно катода будет положительный потенциал. Когда же на аноде будет отрицательный потенциал относительно катода, лампа как бы разрывает цепь, в которую она включена.

Разогреем катод двухэлектродной лампы при помощи хотя бы батареи и включим лампу в сеть переменного тока, как это показано на фиг. 219. Полярность включения батареи накала здесь не имеет никакого значения. В этой схеме в виде сопротивления R мы условно обозначаем нагрузку анодной цепи лампы, т. е. потребитель тока, например анодные цепи приемника. Во время положительных полупериодов, когда на аноде будут положительные потенциалы относительно катода, между анодом и катодом, а значит, и через нагрузку R будет проходить ток[1]. При этом на конце сопротивления нагрузки R, соединенном с катодом, будет плюс, а на его противоположном конце — минус. При отрицательных же потенциалах на аноде в указанной цепи тока не будет. График тока, протекающего через нагрузку, показан в нижней части фиг. 219. Такой ток является током постоянного направления, но пульсирующим. В течение каждой секунды он будет 50 раз появляться в цепи, увеличиваться до некоторой наибольшей величины, затем убывать и исчезать на определенные промежутки времени. Лампа как бы срезает отрицательные полупериоды переменного тока, показанные на графике пунктирными линиями.

Вместо кенотрона можно включить селеновый выпрямитель. Он также будет пропускать ток одного направления при одних полупериодах и задерживать ток другого направления — при других полупериодах. В результате через нагрузку также будет протекать пульсирующий ток.

[1] На схемах выпрямителей мы указываем направление тока, т. е. направление, обратное движению электронов.



Фиг. 218. Внешний вид (*а*) и схематическое обозначение (*б*) селенового выпрямительного столбика.

Фиг. 219. Принципиальная схема простейшего кенотронного выпрямителя.

Но пульсирующим током питать анодные цепи приемника нельзя. Проходя через телефон или громкоговоритель, включенный в анодную цепь лампы, такой ток будет заставлять их звучать с частотой 50 *гц*; в телефоне или громкоговорителе будет слышен гул низкого тона, называемый фоном переменного тока. Но если пульсации тока «сгладить» — сделать этот ток близким к ровному, постоянному току, то он будет пригоден для питания анодных цепей. Как это сделать, расскажем несколько позднее.

Посмотрев на схему фиг. 219, многие наши читатели могут сказать: ведь мы хотим избавиться от батарей, а для того чтобы ламповый выпрямитель работал, в нем нужно применять батарею! Замечание правильное, но такую схему мы нарисовали исключительно для простоты пояснения принципа работы выпрямителя. Нить накала кенотрона можно питать от сети через понижающий трансформатор.

Рассмотренная схема (фиг. 219) имеет два существенных недостатка. Первый из них заключается в том, что напряжение выпрямленного тока определяется напряжением сети, в то время как бывает необходимость получать более высокое напряжение. Вторым недостатком является недопустимость присоединения заземления к приемнику, питаемому от такого выпрямителя. Если этот приемник заземлить, ток из электросети пойдет через приемник в землю, будет большая утечка тока, могут перегореть пробки (предохранители).

Схема выпрямителя, показанного на фиг. 220, не имеет этих недостатков. При включении первичной обмотки трансформатора в сеть переменного тока через сопротивления R, так же как и в предыдущей схеме, будет протекать пульсирующий ток. Выпрями-

телем, собранным по такой схеме, выпрямляется напряжение, обычно повышенное, индуктированное во вторичной обмотке *II* трансформатора. При этом необходимое напряжение можно получить, сделав обмотку *II* с соответствующим числом витков. Нить накала кенотрона питается от отдельной обмотки *III* того же трансформатора. Если нить накала рассчитана на питание напряжением, например, 5 *в*, именно такое напряжение должно получаться на обмотке *III*.

Поскольку в этой схеме первичная (сетевая) обмотка трансформатора изолирована от вторичных обмоток, к приемнику, питаемому от этого выпрямителя, можно присоединять заземление.

В рассмотренных схемах полезно используются только половины периодов переменного тока. Такое выпрямление переменного тока называют однополупериодным, а схемы — схемами однополупериодного выпрямления.

Двухполупериодный выпрямитель

На фиг. 221 приведены схема выпрямителя, в котором используются оба полупериода переменного тока, и графики, поясняющие его работу. Здесь трансформатор имеет обмотку *II* с выводом от среднего витка и используются два кенотрона. Нити накала кенотронов соединены параллельно и питаются от одной общей обмотки *III*.

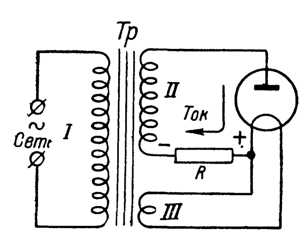
Рассмотрим, как работает такая схема выпрямителя. Когда на выводе *1* обмотки *II* будет положительное напряжение относительно выводов *2* и *3*, ток пройдет от анода к катоду верхнего кенотрона, через нагрузочное сопротивление (в направлении стрелки) и далее через верхнюю секцию обмотки на анод (график *б*). Другого пути для тока нет. На аноде нижнего кенотрона в это время будет отрицательное напряжение; он не будет пропускать через себя ток. В следующий полупериод анод нижнего кенотрона будет иметь положительное напряжение, а верхнего — отрицательное. Теперь ток пройдет через нижний кенотрон, сопротивление нагрузки и далее через нижнюю секцию повышающей обмотки на анод (график *в*). Верхний кенотрон будет в это время «отдыхать». Все это будет повторяться и в следующие периоды. Через сопротивление нагрузки будет проходить ток цепей обоих кенотронов (график *г*).

Тот же результат получится, если в этой схеме вместо кенотронов включить селеновые столбики.

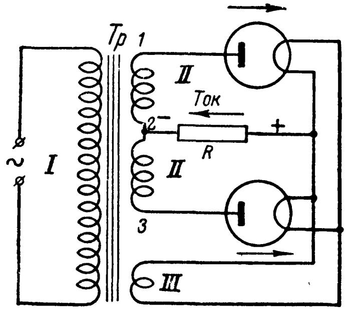
Схема выпрямителя, при которой через его нагрузку протекает ток обоих полупериодов переменного тока, называют схемой двухполупериодного выпрямления.

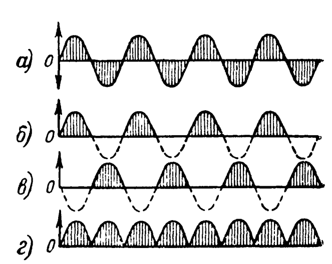
В двухполупериодных ламповых выпрямителях, как правило, используют не два отдельных кенотрона, а одну лампу, объединяющую в своем баллоне два кенотрона. Такие сдвоенные кенотроны в современных радиоприемниках являются наиболее распространенным. Их называют двуханодными кенотронами. Схематическое обозначение и внешний вид некоторых двуханодных кенотронов показаны на фиг. 222. Кенотрон ВО-188 — прямого накала; у него нить накала является одновременно катодом. Кенотрон 5Ц4С имеет подогревный катод, соединенный с нитью накала внутри лампы. Кенотрон 30Ц6С имеет два изолированных друг от друга подогревных катода, имеющих выводы к отдельным штырькам на цоколе.

Схема двухполупериодного выпрямителя, в котором использован двуханодный кенотрон, приведена на фиг. 223. Здесь также поочередно работает то левый, то правый кенотрон и через нагрузку, присоединенную к его выходным зажимам, идет ток одного направления. Проследите сами пути токов в этой схеме. Запомните, что на проводнике или зажиме, соединенном



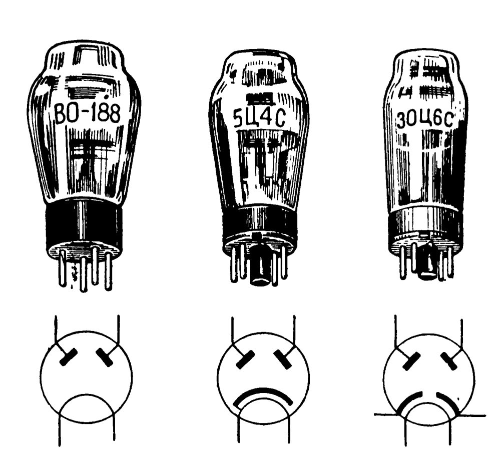
Фиг. 220. Принципиальная схема однополупериодного выпрямителя с трансформатором.





Фиг. 221. Принципиальная схема и графики, поясняющие работу двухполупериодного выпрямителя.

а — ток в первичной обмотке трансформатора; *б* — ток через первый кенотрон; *в* — ток через второй кенотрон; *г* — ток через нагрузочное сопротивление *R*.



Фиг. 222. Внешний вид и схематическое обозначение двуханодных кенотронов.

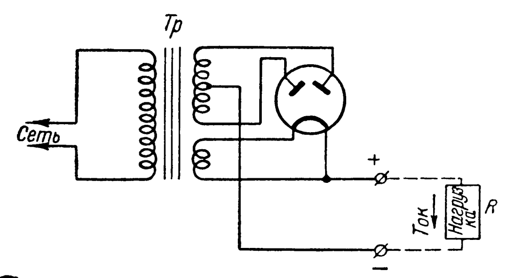
с катодом кенотрона, всегда получается плюс выпрямленного напряжения, а на проводнике или зажиме, соединенном со средним выводом повышающей обмотки, всегда будет минус.

Ток, получаемый от двухполупериодного выпрямителя, выгодно отличается от тока однополупериодного выпрямителя. Если при однополупериодном выпрямлении мы имели 50 импульсов тока и столько же «провалов» в секунду, то при двухполупериодном выпрямлении мы имеем 100 импульсов в секунду при незначительных «провалах» тока. Но и таким током нельзя питать анодные цепи ламп; чтобы использовать выпрямленный ток для питания анодных цепей ламп приемника или усилителя, как мы уже говорили, необходимо «сгладить» его пульсации.

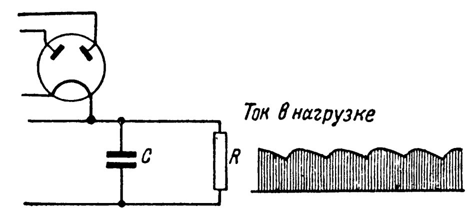
Сглаживающий фильтр

Конденсатор, как вам известно, обладает свойством накапливать электрические заряды. Он заряжается до величины приложенного к нему напряжения; заряд будет тем больше, чем больше емкость конденсатора. Это свойство конденсатора и используют для сглаживания пульсации выпрямленного тока.

Если параллельно нагрузочному сопротивлению выпрямителя включить конденсатор (фиг. 224), то он будет заряжаться от импульсов тока. В моменты же спадания тока или его исчезновения (между импульсами) конденсатор будет разряжаться на сопротивление. Если взять конденсатор достаточно большой емкости, то за время между импульсами тока он не будет успевать полностью разряжаться и в нагрузочном сопротивлении будет непрерывно поддерживаться ток. Такой ток, поддерживаемый за счет заряда конденсатора, показан на графике фиг. 224 сплошной волнистой линией.



Фиг. 223. Принципиальная схема выпрямителя с двуханодным кенотроном.

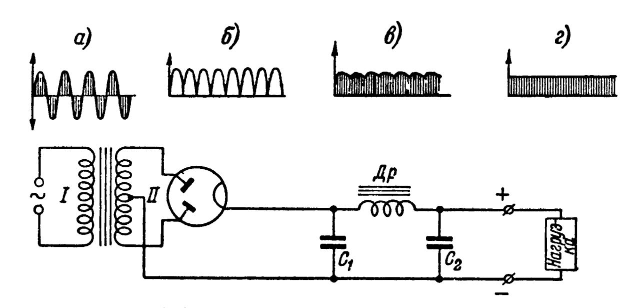


Фиг. 224. Включенный параллельно нагрузке конденсатор C_c сглаживает пульсации выпрямленного тока (другие детали и цепи выпрямителя на схеме не показаны).

Мы видим, что при наличии конденсатора выпрямленный ток уже больше похож на постоянный ток; он «сгладился», но пульсации его еще сохранились.

Как же еще уменьшить эти пульсации?

Этого достигают включением в цепь выпрямленного тока дросселя низкой частоты (со стальным сердечником) и еще одного конденсатора, как показано на фиг. 225. Дроссель всегда оказывает противодействие всяким изменениям протекающего через него тока. Он будет оказывать препятствие нарастанию тока и, наоборот, будет поддерживать убывающий ток. Конденсатор C_2, включенный после дросселя параллельно нагрузке, будет подобно конденсатору C_1 также способствовать сглаживанию пульсаций. Конденсатор C_1, включенный между катодом и средней точкой обмотки *II* силового трансформатора, называется входным конденсатором фильтра, а конденсатор C_2 — выходным. Фильтр, сглаживающий пульсации



Фиг. 225. Упрощенная принципиальная схема двухполупериодного выпрямителя и графики токов, поясняющие его работу.

выпрямленного тока, обычно монтируется вместе с выпрямителем и является обязательной, составной частью его. Поэтому кенотрон, силовой трансформатор и фильтр, взятые вместе, называют выпрямителем.

Графики, приведенные на фиг. 225, дают картину двухполупериодного выпрямления переменного тока и сглаживания пульсаций при помощи фильтра. Подведенный к выпрямителю переменный ток (график *а*) при помощи кенотрона преобразуется в ток пульсирующий (график *б*). Первый конденсатор фильтра C_1 своим зарядом поддерживает постоянство выпрямленного напряжения до дросселя фильтра *Др* (график *в*). Дроссель фильтра, препятствуя изменениям тока, дополнительно сглаживает пульсации выпрямленного тока и, наконец, конденсатор C_2 почти полностью уничтожает пульсации. В результате через нагрузку выпрямителя, т. е. в анодных цепях ламп приемника или усилителя, идет постоянный ток (график *д*). Нужно отметить, что некоторые пульсации выпрямленного тока все же остаются, но они настолько малы, что не влияют на работу приемно-усилительных ламп. Напряжение и ток, которые может давать выпрямитель, зависят от напряжения обмотки *II* трансформатора и используемого кенотрона.

Качество сглаживания пульсаций выпрямленного тока зависит от емкости конденсаторов и индуктивности дросселя сглаживающего фильтра. Чем больше эти величины, тем лучше сглаживаются пульсации, тем слабее будет прослушиваться фон переменного тока.

В выпрямителях, питающих ламповые приемники, вместо дросселя часто включают катушку подмагничивания электродинамического громкоговорителя. В наиболее простых приемниках дроссель фильтра заменяют сопротивлением величиной в несколько тысяч ом.

Для сглаживающего фильтра обычно используют электролитические конденсаторы емкостью 8—10 *мкф* и более, или соединенные параллельно бумажные конденсаторы, общая емкость которых составляет 4—6 *мкф*. Чем больше емкость конденсаторов, тем лучше действие фильтра.

Точно такие же сглаживающие фильтры используют в однополупериодных выпрямителях. Но в этом случае емкости конденсаторов и индуктивности дросселей, используемых в фильтрах, должны быть значительно больше.

В выпрямителях, предназначенных для питания радиоприемников или усилителей, используют силовые трансформаторы, в которых, кроме сетевой и повышающей обмоток и обмотки накала кенотрона, имеется еще обмотка для питания нитей накала ламп. В таком виде выпрямительное устройство превращается в законченный блок питания.

Разберем несколько практических схем выпрямителей, которыми радиолюбители могут воспользоваться для питания своих приемников или усилителей.

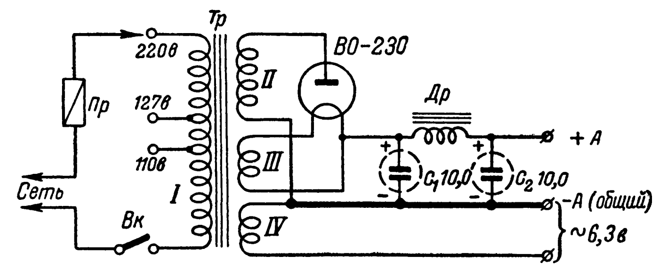
Простой однополупериодный кенотронный выпрямитель

Принципиальная схема этого выпрямителя приведена на фиг. 226. В выпрямителе используется одноанодный кенотрон типа ВО-230, вместо которого можно использовать любой другой, а также любую другую лампу, если, соединив все ее сетки с анодом, превратить ее в диод. Первичная обмотка *I* трансформатора *Тр* рассчитана на включение в сеть переменного тока напряжением 110, 127 или 220 *в* путем переключения отводов. Повышающая обмотка *II* должна давать напряжение порядка 200—250 *в*. Обмотка накала кенотрона *III* должна давать напряжение в зависимости от используемой здесь лампы (для кенотрона ВО-230 оно должно быть 4 *в*), а обмотка накала ламп *IV* — напряжение 6,3 *в*. Предохранитель *Пр* рассчитан на ток 1 *а*.

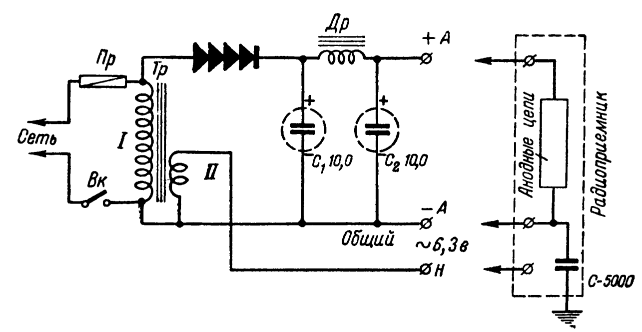
Площадь поперечного сечения набора сердечника силового трансформатора должна составлять не менее 6—8 *см²*. Рассчитать число витков, которое должно быть в обмотках, радиолюбители могут сами, руководствуясь советами, данными в беседе о трансформаторах.

Конденсаторы сглаживающего фильтра C_1 и C_2 — электролитические, емкостью не менее чем по 8—10 *мкф*. Вместо электролитических можно использовать бумажные, соединяя их параллельно до емкости 4—6 *мкф*. Дроссель сглаживающего фильтра может быть самодельным с такими данными: сечение сердечника 3—4 *см²*, число витков 8 000—10 000, провода ПЭО 0,15—0,18 *мм*. Его можно заменить сопротивлением 3—5 *ком*, мощностью 2 *вт*.

Такой выпрямитель пригоден для питания простых 1—2-ламповых приемников, анодные цепи которых потребляют ток не более 50 *ма*



Фиг. 226. Принципиальная схема простого однополупериодного кенотронного выпрямителя.



Фиг. 227. Принципиальная схема селенового выпрямителя.

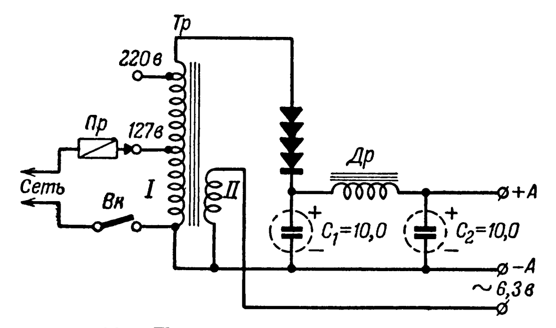
при напряжении выпрямленного тока 220—250 *в*. Приемник присоединяется к выпрямителю через соответствующие зажимы; заземленный проводник, показанный утолщенной линией, является общим для минуса выпрямителя и цепи накала ламп.

Селеновый выпрямитель

Этот выпрямитель проще предыдущего. Схема его показана на фиг. 227. В нем используется понижающий трансформатор, имеющий всего две обмотки: сетевую *I*, рассчитанную на включение в сеть напряжением 110 или 220 *в*, и обмотку *II*—для питания нитей накала ламп.

В качестве силового трансформатора можно использовать так называемый лабораторный трансформатор, понижающий трансформатор из набора «Электроконструктор», трансформатор, применяемый в проекционных аппаратах «Алоскоп», а также любой другой трансформатор, вторичная обмотка которого дает напряжение 6—6,5 *в*, т. е. напряжение, необходимое для питания нитей накала ламп.

Выпрямляющим элементом является селеновый столбик. Число шайб в столбике зависит от напряжения сети. На каждую шайбу столбика должно приходиться 10—12 *в* переменного напряжения сети. Так, для сети напряжением 127 *в* в столбике должно быть 12—15,



Фиг. 228. Принципиальная схема селенового выпрямителя с автотрансформатором.

а для сети напряжением 220 *в* — около 20 шайб. Выпрямленный ток при диаметре шайб 25 *мм* будет составлять около 60 *ма*, чего вполне достаточно для питания простых радиоприемников.

Один из выводов обмотки накала ламп соединен с минусом выпрямителя. Этот проводник является общим для анодных и накальных цепей приемника.

Дроссель — такой же, как в предыдущем выпрямителе; он также может быть заменен сопротивлением.

Так как «общий» проводник выпрямителя соединен с сетью, то к приемнику, питаемому от этого выпрямителя, подключать заземление допустимо только через слюдяной конденсатор емкостью около 5 тыс. *пф*, как это показано на фиг. 227.

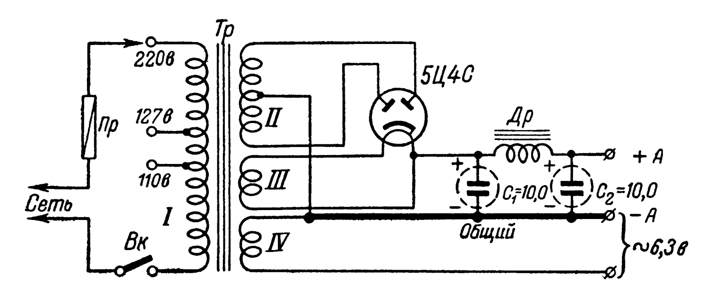
Напряжение постоянного тока, которое дает выпрямитель, сделанный по схеме фиг. 227, зависит от напряжения сети. При напряжении сети 220 *в* оно составит 240—250 *в*, а при 127 *в* — не более 140—150 *в*. Чтобы и при напряжении сети 127 *в* получать более высокое напряжение постоянного тока, первичная обмотка трансформатора должна иметь число витков, рассчитанное на 230—250 *в*, но в сеть она будет включаться только своей частью, рассчитанной на 127 *в*. Схема селенового выпрямителя с таким трансформатором (он называется автотрансформатором) показана на фиг. 228. Выпрямитель можно включать в сеть напряжением 220 *в*. Можно сделать вывод и для включения его в сеть более низкого напряжения, например 110 *в*.

Подобная схема выпрямителя широко используется в любительских, а также некоторых промышленных приемниках, например в приемнике «Москвич».

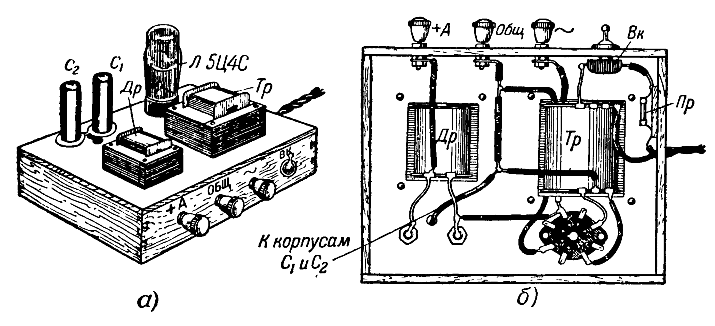
Расчет витков обмоток такого трансформатора производят так же, как обычного силового трансформатора.

Двухполупериодный кенотронный выпрямитель

Принципиальная схема этого выпрямителя показана на фиг. 229. В выпрямителе использован силовой трансформатор, рассчитанный на включение в сеть напряжением 110, 127 и 220 *в*. Обмотка *II* дает напряжение 2 × 300 *в*, обмотка накала кенотрона *III* — 5 *в* и обмотка накала ламп *IV* — 6,3 *в*. При использовании в выпрямителе кенотрона другого типа обмотка накала *III* должна давать соответственно другое напряжение. Здесь, так же как и в предыдущих схемах, обмотка накала ламп соединена с минусом выпрямителя.



Фиг. 229. Принципиальная схема двухполупериодного кенотронного выпрямителя с силовым трансформатором.



Фиг. 230. Общий вид (*а*) и монтажная схема (*б*) двухполупериодного выпрямителя.

Выпрямитель, собранный по этой схеме, пригоден для питания 3—4-лампового радиоприемника или усилителя.

На фиг. 230 приведены общий вид и монтажная схема выпрямителя, сделанного по схеме фиг. 229. Силовой трансформатор — самодельный, изготовленный по данным, приведенным на стр. 134. Дроссель сглаживающего фильтра выпрямителя также самодельный. Он намотан на сердечнике сечением 6 *см*² и имеет 5 000 витков провода ПЭ 0,18—0,2 *мм*. В выпрямителе может быть использован и силовой трансформатор заводского изготовления типа ЭЛС-2.

Рекомендуем радиолюбителям смонтировать такой выпрямитель, сделать для него футляр и пользоваться им для питания собираемых приемников. Конструкция приемника может изменяться и дополняться, а выпрямитель будет оставаться одним и тем же.

Бестрансформаторное питание от сети переменного тока

Простейшая схема питания накальных и анодных цепей приемника (или усилителя) от сети переменного тока показана на фиг. 231. Силовой трансформатор здесь отсутствует. В остальном схема приемника (или усилителя) ничем не отличается от схем других приемников.

Рассмотрим сначала цепь питания накала ламп.

Здесь нити накала всех ламп, включая выпрямительную, соединены последовательно. Кроме того, в цепь накала последовательно включено гасящее сопротивление $R_{гас}$. Вся эта цепь включается в электросеть. Таким образом, напряжение сети распределяется между нитями накала ламп, а избыток напряжения, т. е. напряжение, превышающее сумму необходимых напряжений для питания накала ламп, падает на сопротивлении $R_{гас}$. Во всей цепи накала ламп течет одинаковой величины ток. Поэтому для такого приемника подбирают лампы одинакового тока накала. Нельзя включать в такую цепь лампы с различными токами накала, например 6К7 и 6П3С, так как первая из них потребляет на накал ток 0,3 *а*, а вторая 0,9 *а*. Если нити накала этих ламп включить последовательно, то нить накала лампы 6П3С не разогреется должным образом и, кроме того, при включении приемника нить накала лампы 6К7 может перегореть.

В схемах бестрансформаторного питания в качестве выходных ламп используют лучевые тетроды типа 30П1С, а для выпрямления переменного тока — кенотроны 30Ц1М или 30Ц6С. Ток накала этих ламп (как и большинства сетевых ламп) составляет 0,3 *а*, а напряжение 30 *в*.

Величину гасящего сопротивления $R_{гас}$ подсчитывают по формуле

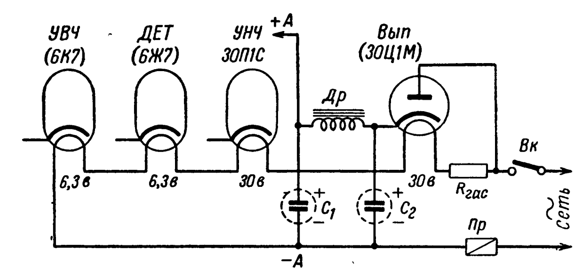
$$R_{гас} = \frac{U_c - U_н}{I_н},$$

где U_c — напряжение сети;

$U_н$ — сумма напряжений накала всех ламп;

$I_н$ — ток в цепи накала.

Допустим, что напряжение сети $U_c = 127$ *в*. В приемнике используются лампы



Фиг. 231. Принципиальная схема бестрансформаторного питания радиоприемника от электросети переменного тока.

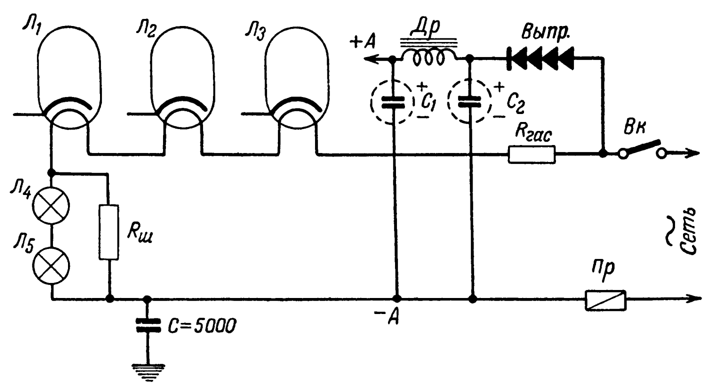
6К7, 6Ж7, 30П1С и 30Ц1М (фиг. 231). Требуется подсчитать величину сопротивления, гасящего избыток напряжения.

На первые две лампы требуется напряжение по 6,3 *в*, а на две последние — по 30 *в*. Ток накала всех ламп одинаков — 0,3 *а* (эти данные узнаем из приложения 1). Значит, сумма напряжений накала всех ламп $U_н$ составляет:

$$6{,}3 + 6{,}3 + 30 + 30 = 72{,}6 \ в.$$

Тогда величина госящего сопротивления будет:

$$R_{гас} = \frac{U_c - U_н}{I_н} = \frac{127 - 72{,}6}{0{,}3} \approx 180 \ ом.$$



Фиг. 232. Принципиальная схема бестрансформаторного питания радиоприемника с селеновым выпрямителем.

Гасящее сопротивление обязательно должно быть проволочным, так как на нем рассеивается мощность около 16 *вт* (гасится 54,4 *в* при токе 0,3 *а*, т. е. $P = IU = 0{,}3 \cdot 54{,}4 = 16$ *вт*). Величина гасящего сопротивления и рассеиваемая на нем мощность будут значительно больше при питании приемника от сети напряжением 220 *в* и, наоборот, меньше, если увеличить число последовательно включенных ламп.

В подобных приемниках в цепь накала обычно включают последовательно одну или несколько небольших лампочек (фиг. 232), рассчитанных на напряжение 6,3 *в* и ток накала 0,28 *а*, которые используют для освещения шкалы настройки приемника. В этом случае при расчете гасящего сопротивления напряжение лампочек должно входить в общую сумму напряжений ламп. А так как эти лампочки рассчитаны на меньший ток, чем нити накала ламп, то чтобы они не перегорали, параллельно каждой лампочке накаливания подключают сопротивление (его называют шунтирующим) около 300 *ом*. Через это сопротивление будет идти ток, превышающий ток накала лампочки.

Кроме того, в цепь накала часто включают еще так называемые бареттеры — специальные лампы, предназначенные для поддержания постоянной величины тока в этой цепи.

Так осуществляется питание нитей накала ламп приемника без трансформатора.

Выпрямленное напряжение для питания анодных цепей приемно-усилительных ламп в схеме фиг. 231 создается одноанодным кенотроном 30Ц1М. Катод этой лампы изолирован от нити накала; с него снимается положительное напряжение выпрямленного тока.

Выпрямление происходит следующим образом. Когда на проводе сети, соединенном с выключателем *Вк*, а значит, и на аноде кенотрона будет положительное напряжение относительно провода, соединенного с предохранителем *Пр*, от анода к катоду кенотрона будет идти ток. В следующий полупериод, когда на аноде будет отрицательное напряжение, этого тока не будет. Это повторится и в следующие периоды. Пульсации выпрямленного тока сглаживаются фильтром, состоящим из дросселя *Др* и конденсаторов C_1 и C_2, точно так же, как и в рассмотренных выше схемах выпрямителей. Общим минусом приемника будет нижний проводник цепи накала, обозначенный *—А*, а плюсом — проводник, обозначенный *+А*.

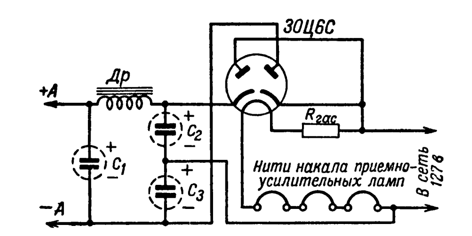
На фиг. 232 приведена подобная же схема бестрансформаторного питания, но в ней вместо кенотрона использован селеновый столбик.

Заземление к приемникам, питаемым по бестрансформаторной схеме, можно подключать только через конденсатор.

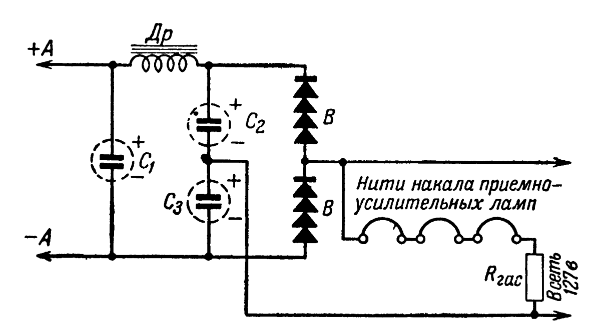
Необходимо отметить, что в схемах бестрансформаторного питания напряжение выпрямленного тока зависит от напряжения сети. При напряжении сети 110—127 *в* оно будет не более 135—140 *в*, чего иногда недостаточно для нормальной работы приемника (усилителя). В таких случаях можно применить схему выпрямителя с удвоением напряжения.

Удвоение напряжения

В выпрямителях с удвоением напряжения используют или двуханодные кенотроны с раздельными катодами, например 30Ц6С, или два селеновых столбика, а в фильтре применяют не два, а три конденсатора. Схемы таких выпрямителей показаны на фиг. 233 и 234; они дают двухполупериодное выпрямление переменного тока. Обе схемы работают одинаково. Когда верхний провод сети имеет положительный потенциал относительно нижнего провода,



Фиг. 233. Принципиальная схема кенотронного выпрямителя с удвоением напряжения.



Фиг. 234. Принципиальная схема селенового выпрямителя с удвоением напряжения.

от импульса тока через один кенотрон (селеновый выпрямитель) заряжается конденсатор C_2; когда же положительный потенциал имеет нижний провод, то через другой кенотрон (селеновый выпрямитель) заряжается конденсатор C_3. Конденсаторы C_2 и C_3 соединены последовательно, поэтому их напряжения складываются и на обкладках конденсатора C_1 получается удвоенное напряжение.

Конденсаторы должны иметь одинаковые емкости не менее чем по 10—15 *мкф*. Чем больше их емкость, тем выше напряжение выпрямленного тока.

Работа с выпрямителями

Выпрямители нельзя включать в сеть без плавкого предохранителя, иначе при случайных замыканиях цепей приемника (усилителя) или выводов выпрямителя перегорят предохранители в квартире, а в выпрямителе с трансформатором могут перегореть обмотки трансформатора. Предохранитель должен быть рассчитан на ток не более 2 *а*.

Выпрямитель, кроме того, нельзя включать в сеть, не присоединив к нему нагрузку, т. е. анодные цепи приемника. Дело в том, что без нагрузки на обкладках конденсаторов фильтра развивается чрезмерно большое напряжение, которое может их «пробить» (конденсаторы испортятся).

Не забывайте, что в выпрямителе получаются высокие напряжения. Поэтому обращаться с ним надо очень аккуратно. Необходимые изменения в выпрямителе или присоединение его к приемнику надо делать только тогда, когда он выключен.

Питание от сети постоянного тока

Сеть постоянного тока на первый взгляд кажется весьма заманчивым источником для питания радиоприемника: не надо делать трансформатора, собирать выпрямитель; подключил приемник к сети — и он работает. Но это не совсем так. Питание от сети постоянного тока доставляет значительно больше хлопот, нежели питание от сети переменного тока. И вот почему. Постоянный ток не трансформируется, а потому получить от сети постоянного тока любые напряжения представляет большие трудности, зачастую неразрешимые в любительских условиях. Если, например, сеть имеет напряжение 110 *в*, то мы не сможем получить от нее напряжение 250 *в*, нужное для нормальной работы некоторых приемников.

Не меньшая трудность создается в питании нитей накала ламп, для которых требуется напряжение всего в несколько вольт.

Кроме того, в сети постоянного тока течет ток постоянный только по названию. На самом деле он пульсирующий, и без фильтрации для питания анодных цепей непригоден.

И тем не менее сеть постоянного тока может быть использована для питания и накальных и анодных цепей. Схема такого питания приведена на фиг. 235.

Здесь, так же как и в схемах бестрансформаторного питания от сети переменного тока, все нити накала ламп, а также дополнительные лампочки накаливания включаются последовательно. Излишек напряжения гасится на сопротивлении $R_{гас}$. Расчеты, приведенные выше для сети переменного тока, остаются в силе и для цепи накала, включаемой в сеть постоянного тока.

Анодные цепи приемно-усилительных ламп питаются через фильтр, составленный из дросселя *Др* и конденсаторов C_1 и C_2, который сглаживает пульсации постоянного тока сети.



Фиг. 235. Принципиальная схема питания радиоприемника или усилителя от электросети постоянного тока.

Заземление к такому приемнику подключают через конденсатор.

Итак, мы познакомили вас с различными схемами питания приемников и усилителей от осветительных сетей. Теперь читатель может задать нам вопрос: какая же из разобранных схем лучше?

Все они имеют достоинства и недостатки. Схемы с трансформаторами лучше, чем бестрансформаторные, но они требуют больших расходов на детали. Бестрансформаторные схемы содержат меньше деталей, но они ограничивают выбор ламп и выпрямленное напряжение.

Вообще же мы рекомендуем пользоваться двухполупериодными выпрямителями с силовыми трансформаторами.

Советуем прочитать:

Р. М. Малинин, Питание приемников от электросети (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1950.

Ф. И. Тарасов, Самодельный выпрямитель (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1950.

Беседа двадцать четвертая

САМОДЕЛЬНЫЕ СЕТЕВЫЕ РАДИОПРИЕМНИКИ

Усиление модулированных колебаний высокой частоты, детектирование и усиление низкой частоты в сетевых радиоприемниках прямого усиления ничем не отличаются от тех же процессов, происходящих в батарейных радиоприемниках. Изменяется только вид используемого источника питания, а в связи с этим и лампы. Поэтому, знакомя наших читателей с сетевыми радиоприемниками, мы будем отмечать только наиболее характерные особенности, отличающие их от батарейных приемников.

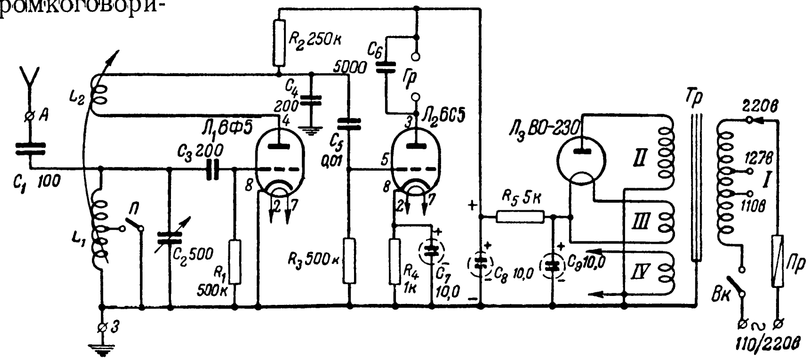
К числу этих особенностей нужно отнести прежде всего значительно большее усиление, которое дают сетевые приемники по сравнению с батарейными. При правильно подобранном комплекте ламп и питании даже двухламповый сетевой приемник может обеспечить громкий прием местных радиовещательных станций на довольно мощный электродинамический громкоговоритель, в то время как батарейный приемник с тем же числом ламп может обеспечить прием лишь на громкоговоритель типа «Рекорд» или маломощный динамический громкоговоритель. Это преимущество сетевого приемника обеспечивается увеличенным расходом электроэнергии на его питание и лучшими усилительными свойствами используемых в нем подогревных ламп.

Попутно заметим, что некоторые радиолюбители или владельцы радиоприемников оценивают качество приемника по числу содержащихся в нем ламп. Однако это неверно. Число ламп далеко не полностью характеризует качество приемника, так как в нем могут быть лампы, не играющие роли усилительных, а служащие для вспомогательных целей. К таким лампам, относится, например, выпрямительная лампа.

В наших беседах о сетевых приемниках мы выпрямительную лампу не будем включать в состав приемника.

Простой двухламповый приемник

Приемник, принципиальная схема которого показана на фиг. 236, обеспечивает громкую работу громкоговорителя «Рекорд» или маломощного электродинамического громкоговорителя. Первая его лампа — триод 6Ф5 — работает как сеточный детектор с обратной связью. Вторая лампа — также триод 6С5 — работает в усилителе низкой частоты; она является выходной.



Фиг. 236. Принципиальная схема простого двухлампового радиоприемника с выпрямителем.

Анодные цепи приемника питаются от однополупериодного выпрямителя (о работе такого выпрямителя было рассказано на стр. 164).

Сопротивление R_5 и конденсаторы C_8 и C_9 образуют сглаживающий фильтр выпрямителя. Нити накала ламп питаются от обмотки *IV* силового трансформатора *Тр*, дающей напряжение 6,3 *в*. Для упрощения схемы на ней не показано соединение этой обмотки с выводами нитей накала ламп. Наличие этих соединений указывают стрелки на концах проводов. Один из выводов обмотки (любой) для уменьшения фона переменного тока соединен с общим минусом приемника, т. е. заземляется.

Сопротивление R_4, включенное в цепь катода лампы $Л_2$, является сопротивлением автоматического смещения этой лампы. Через него проходит ток только лампы $Л_2$. Напряжение смещения подается на управляющую сетку лампы через сопротивление цепи сетки R_3.

Фиг. 237. Расположение деталей на панели (*а*) и монтаж (*б*) простого двухлампового приемника с выпрямителем.

Конденсатор C_7 шунтирует сопротивление смещения.

Управляющая сетка детекторной лампы $Л_1$ соединена через сопротивление R_1 с катодом лампы и поэтому не имеет постоянного отрицательного напряжения смещения.

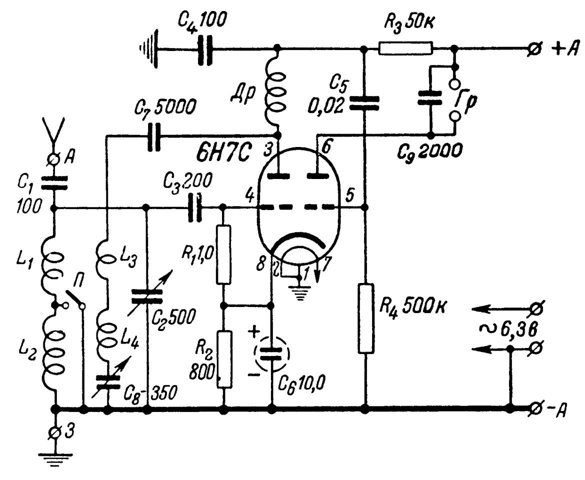
Громкоговоритель типа «Рекорд» включается в анодную цепь лампы 6С5, т. е. в гнезда *Гр*. Сюда же можно включать электромагнитный телефон или электродинамический громкоговоритель трансляционного типа, имеющий понижающий трансформатор (в этом случае он будет выходным).

Расположение деталей на панели и монтаж этого радиоприемника приведены на фиг. 237.

Электрические данные всех сопротивлений и конденсаторов указаны на принципиальной схеме. Сопротивление R_5 рассчитано на мощность рассеяния 1 *вт*. Конденсаторы C_7, C_8 и C_9 — электролитические; из них C_7 — на рабочее напряжение 15—20 *в*, а C_8 и C_9 — на рабочее напряжение не менее 300 *в*.

В приемнике используются катушка колебательного контура L_1 и катушка обратной связи L_2, описанные на стр. 146.

Силовой трансформатор *Тр* — самодельный, намотанный на сердечнике с площадью поперечного сечения 8 $см^2$. Сетевая его обмотка *I* содержит 1 390 витков провода ПЭ 0,2—0,25 *мм* с отводами от 700-го витка для включения в сеть напряжением 110 *в* и от 800-го витка для включения в сеть напряжением 127 *в*; повышающая обмотка *II* — 1 600 витков провода ПЭ 0,15—0,18 *мм*; обмотка накала кенотрона *III* — 25 витков (для кенотрона 5Ц4С 32,6 витка) провода ПЭ 0,7 — 0,8 *мм*; обмотка накала ламп *IV* — 40 витков провода ПЭ 0,8—1,0 *мм*.



Фиг. 238. Принципиальная схема однолампового приемника с лампой 6Н7С.

Приемник с двойным триодом

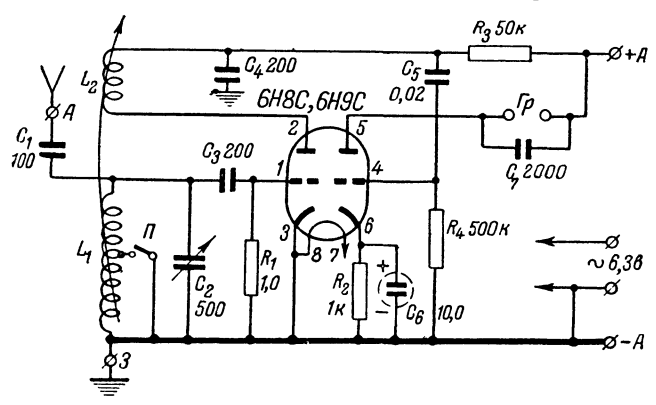
Этот приемник хотя и одноламповый, но работает как двухламповый. В нем могут быть использованы лампы 6Н7С, 6Н9С или 6Н8С. Каждая из этих ламп, так же как батарейная лампа СО-243 или 1Н3С, представляет собой двойной триод. Различие между ними заключается в том, что лампа 6Н7С имеет один вывод от катодов обоих триодов, а лампы 6Н9С и 6Н8С имеют отдельные выводы от катода каждого триода.

Принципиальная схема приемника, в котором используется лампа 6Н7С, показана на фиг. 238, а схема, в которой используется лампа 6Н9С или 6Н8С, — на фиг. 239. В обеих схемах левый триод выполняет роль сеточного детектора с обратной связью, а правый работает в усилителе низкой частоты. Для приемников можно использовать любой выпрямитель; важно, чтобы он давал выпрямленное напряжение 200—250 *в* для питания анодных цепей и переменное напряжение 6,3 *в* для питания нити накала. Выпрямитель подключается к соответствующим зажимам приемника.

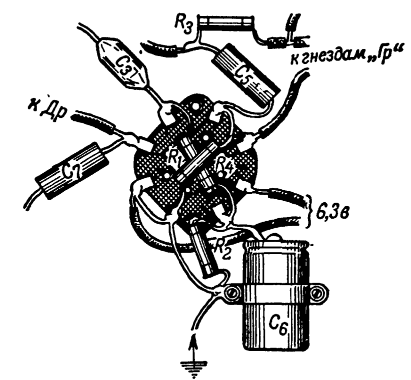
В приведенных схемах приемников используются различные способы регулирования величины обратной связи, однако способ, использованный в схеме фиг. 238, с таким же успехом может быть применен и в схеме фиг. 239, и наоборот.

Сопротивление R_3 (в обеих схемах) является анодным нагрузочным сопротивлением детектирующего триода. Получающееся на нем напряжение низкой частоты подается на управляющую сетку правого триода каскада усиления низкой частоты через разделительный конденсатор C_5. В анодную цепь этого триода (в гнезда *Гр*) включается громкоговоритель или телефон.

На схеме фиг. 238 между минусом и катодом лампы, т. е. в цепь катода обоих триодов,



Фиг. 239. Принципиальная схема однолампового приемника с лампой 6Н9С или 6Н8С.



Фиг. 240. Схема, относящаяся к монтажу лампы 6Н7С.

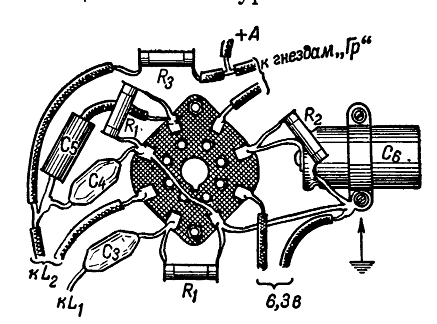
включено сопротивление смещения R_2, но создающееся на нем напряжение подается только на управляющую сетку правого триода (через сопротивление R_4). На сетку левого триода это напряжение не поступает, так как она соединена с катодом (через сопротивление R_1). Конденсатор C_6 шунтирует сопротивление смещения. Так как у лампы 6Н8С и 6Н9С раздельные катоды, сопротивление смещения R_2, в схеме фиг. 239 включено только в цепь катода правого триода. Левый триод этой схемы работает без смещения.

В приемнике с двойным триодом по усмотрению радиолюбителей может быть использована катушка из любого описанного выше приемника.

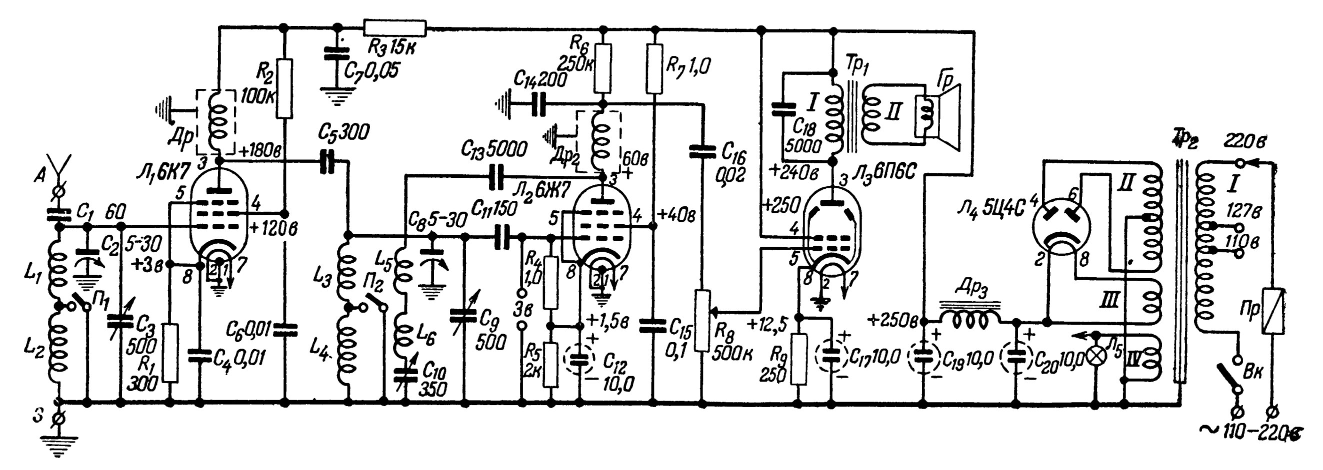
Приемник может быть конструктивно выполнен вместе с выпрямителем или питаться от отдельного выпрямителя. На фиг. 240 приведена часть монтажной схемы, относящаяся к лампе 6Н7С, а на фиг. 241 — относящаяся к лампе 6Н8С или 6Н9С.

Трехламповый приемник с электродинамическим громкоговорителем

Принципиальная схема этого приемника показана на фиг. 242. Он трехламповый с двумя настраивающимися контурами и с обратной



Фиг. 241. Схема, относящаяся к монтажу лампы 6Н8С или 6Н9С.



Фиг. 242. Принципиальная схема трехлампового сетевого радиоприемника.

связью. Он рассчитан на прием радиовещательных станций средневолнового (200—550 *м*) и длинноволнового (750—2 000 *м*) диапазонов, обладает достаточно хорошей чувствительностью и избирательностью. Низкочастотная часть приемника может быть использована для воспроизведения граммофонной записи при помощи звукоснимателя. Звукосниматель включается в гнезда *Зв*. Напряжение на аноды и экранирующие сетки ламп подается от двухполупериодного выпрямителя, в котором использован кенотрон 5Ц4С. Нити накала приемно-усилительных ламп питаются от обмотки *IV* силового трансформатора $Тр_2$. Последний может быть включен в сеть переменного тока напряжением 110, 127 или 220 *в*.

Приемник имеет каскад усиления высокой частоты, работающий на пентоде 6К7 ($Л_1$). Входной колебательный контур приемника состоит из катушек L_1 и L_2, конденсатора переменной емкости C_3 и подстроечного конденсатора C_2.

Модулированные колебания высокой частоты, возникающие в антенне, поступают через антенный конденсатор C_1 во входной контур. Те из них, на которые настроен этот колебательный контур, усиливаются лампой $Л_1$. В анодную цепь лампы включен дроссель высокой частоты $Др_1$. С него усиленное лампой напряжение высокой частоты через конденсатор C_5 поступает во второй колебательный контур, который состоит из катушек индуктивности L_3 и L_4, конденсатора переменной емкости C_9 и подстроечного конденсатора C_8. Этот контур аналогичен входному контуру и настраивается в резонанс на частоту принимаемой станции. Колебания, существующие в этом контуре, при помощи конденсатора C_{11} и сопротивления R_4 детектируются лампой $Л_2$ типа 6Ж7.

Каскад усиления высокой частоты обеспечивает более устойчивый прием дальних радиовещательных станций и улучшает отстройку приемника от мешающих радиостанций.

Благодаря наличию дросселя высокой частоты $Др_2$, включенного в анодную цепь лампы $Л_2$, колебания высокой частоты поступают в цепь обратной связи, регулируемой конденсатором C_{10}. Колебания низкой частоты, создающиеся на анодном нагрузочном сопротивлении R_6 лампы $Л_2$, через конденсатор C_{16} действуют на управляющую сетку выходной лампы $Л_3$ типа 6П6С. В анодную цепь этой лампы включена первичная обмотка выходного трансформатора $Тр_1$; вторичная его обмотка соединена со звуковой катушкой электродинамического громкоговорителя с постоянным магнитом.

Сопротивление R_3 и конденсатор C_7 образуют ячейку развязывающего фильтра, предотвращающего самовозбуждение приемника.

Переключатели диапазонов $П_1$ и $П_2$ замыкают катушки L_2 и L_4 одновременно, когда приемник работает в средневолновом диапазоне. Конденсаторы C_3 и C_9, при помощи которых осуществляется плавная настройка, представляют собой блок.

Лампа $Л_1$ получает отрицательное напряжение смещения с сопротивления R_1 через катушки колебательного контура L_1 и L_2, а лампа $Л_3$ — с сопротивления R_9 через сопротивление R_8.

Во время приема радиовещательных станций лампа $Л_2$ работает как сеточный детектор с обратной связью без постоянного смещения (ее сетка соединена с катодом через сопротивление R_4). Но когда в гнезда *Зв* включается звукосниматель, то через него управляющая

сетка лампы $Л_2$ оказывается соединенной с нижним концом сопротивления R_5, и на сетке получается отрицательное смещение. В этом случае лампа работает уже не как детектор, а как предварительный усилитель напряжения низкой частоты, поступающего от звукоснимателя. Но стоит только отключить звукосниматель, как лампа $Л_2$ вновь начинает выполнять функции сеточного детектора. Таким образом, при работе от звукоснимателя радиоприемник становится двухкаскадным усилителем низкой частоты. В это время первая его лампа в работе не участвует.

В том случае, если не предполагается использовать приемник для воспроизведения граммзаписи, то сопротивление R_5 и конденсатор C_{12} можно из схемы удалить, а катод лампы и нижний конец сопротивления R_4 соединить с общим минусом.

Переменное сопротивление R_8 является сопротивлением утечки сетки лампы $Л_3$ и одновременно служит регулятором усиления (громкости) приемника. Когда его ползунок находится в крайнем верхнем положении, на управляющую сетку лампы $Л_3$ подается наибольшее напряжение звуковой частоты, что соответствует наибольшей громкости. По мере передвижения ползунка вниз подаваемое на сетку лампы $Л_3$ напряжение, а вместе с ним и громкость работы приемника уменьшаются.

Регулятор усиления действует как при приеме радиостанций, так и во время проигрывания граммпластинок.

Подстроечные конденсаторы C_2 и C_8 нужны для точного согласования начальных емкостей колебательных контуров.

Работу многих деталей и цепей приемника мы здесь не разбираем, так как с ними читатели знакомы по предыдущим беседам.

Детали. В приемнике используются самодельные катушки колебательных контуров и обратной связи. Катушки детекторного каскада L_3, L_4, L_5 и L_6 точно такие, как катушки однолампового приемника, описанные на стр. 123. Устройство катушек каскада усиления высокой частоты (L_1 и L_2) аналогично устройству катушек колебательного контура детекторного каскада (L_3 и L_4), с той лишь разницей, что на каркасе катушек L_1 и L_2 не должно быть катушек обратной связи.

Для переключения диапазонов желательно приобрести двухплатный переключатель заводского изготовления (фиг. 243). Правда, в нем не будут использованы все его контакты, но зато он очень удобен. Кроме того, он будет необходим нам в дальнейшем для более сложных конструкций. Для данного приемника можно использовать и самодельный переключатель ножевого типа с двумя замыкающими контактами.

Переменное сопротивление R_8 желательно иметь с выключателем, который используется для включения приемника в сеть (*Вк* на схеме). Если такого сопротивления приобрести не удается, придется устанавливать отдельный выключатель. Сопротивление R_9 — проволочное или остеклованное на мощность 1—2 *вт*, так как через него протекает ток около 50 *ма*. Непроволочное сопротивление меньшей мощности будет греться и даже перегорит. Остальные сопротивления можно применять любого типа.

Конденсаторы C_{12} и C_{16} — электролитические, рассчитанные на рабочее напряжение 20—30 *в*. Конденсаторы C_{19} и C_{20} также электролитические, но на рабочее напряжение не менее 350 *в*. Емкость электролитических конденсаторов может быть значительно увеличена, что будет способствовать улучшению работы радиоприемника. Емкость конденсаторов C_4, C_6, C_7 и C_{15} на схеме указана наименьшая и также может быть значительно увеличена.

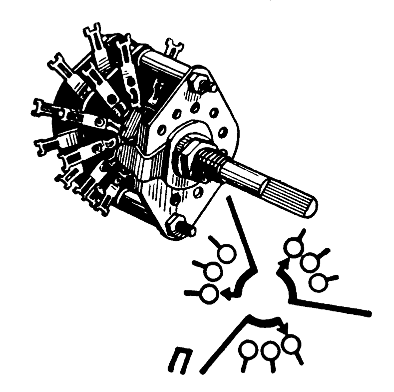
Конденсаторы C_5, C_{11}, C_{14}, C_{16} и C_{18} — слюдяные. Изменение их величин допустимо в пределах 20%. Емкость антенного конденсатора C_1 может быть изменена во время налаживания приемника в пределах от 30 до 100 *пф*.

Дроссели высокой частоты $Др_1$ и $Др_2$ могут быть любого типа, но обязательно в экранах.

Конденсаторы переменной емкости C_3 и C_9 представляют собой блок переменных конденсаторов. Стремитесь приобрести блок со шкалой, что облегчит работу по изготовлению приемника.

Подстроечные конденсаторы C_2 и C_8 могут быть любого типа, в том числе самодельные.

Подбору электродинамического громкоговорителя и выходного трансформатора нужно



Фиг. 243. Переключатель диапазонов промышленного изготовления.

уделить особое внимание. Для приемника требуется громкоговоритель мощностью 1—3 *вт* с постоянным магнитом. Пригодны динамики с выходными трансформаторами от любого радиоприемника, в выходном каскаде которого работает лампа 6П6С (см. приложение 2). В случае использования в приемнике динамического громкоговорителя с подмагничиванием, его катушку подмагничивания надо включить либо параллельно конденсатору C_{20}, если она имеет сопротивление порядка 10 000 *ом* (громкоговорители старых выпусков), либо вместо дросселя сглаживающего фильтра $Др_3$, если катушка подмагничивания имеет сопротивление не более 1 200 *ом*.

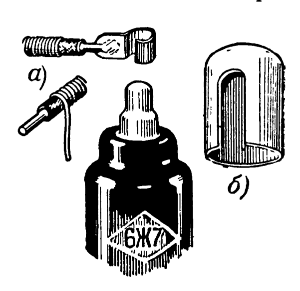
Силовой трансформатор $Тр_2$ имеет мощность не менее 60—70 *вт*. Пригодны трансформаторы типа ЭЛС-2 от приемника «Салют» и др. (см. приложение 3). Он может быть и самодельным (площадь поперечного сечения сердечника самодельного трансформатора должна быть не менее 10 $см^2$). Лампочка $Л_5$ (можно две) — на напряжение 6,3 *в*; она служит для освещения шкалы. Предохранитель *Пр* — на ток 2 *а*.

Экранировка. Под словом «экранировка» имеется в виду ограждение проводников и деталей приемника от взаимной связи через образующиеся вокруг них электрические и магнитные поля. Если не делать экранировки, приемник будет склонен к самовозбуждению, в громкоговорителе могут возникнуть свист, вой и значительный фон переменного тока.

Представьте себе, что в проводнике управляющей сетки лампы $Л_2$ будет наводиться небольшое напряжение переменного тока от воздействия на него полей проводников сети или силового трансформатора. Это напряжение вместе с токами звуковой частоты будет усилено двумя каскадами. В результате в громкоговорителе будет слышен сильный гул — фон переменного тока. Если в том же сеточном проводнике лампы $Л_2$ под воздействием на него полей анодных проводников выходной лампы будет наводиться переменный ток звуковой частоты, то создается паразитная обратная связь, которая может привести к самовозбуждению в приемнике колебаний низкой частоты.

Неприятная связь может возникнуть также между дросселями высокой частоты первых двух ламп и сеточными проводниками этих ламп. Если не оградить сеточные проводники от полей дросселей (если не будет надлежащей экарнировки), то паразитная связь проявит себя в полной силе. Поэтому дроссели высокой частоты обеих ламп и проводник управляющей сетки лампы $Л_2$ надо самым тщательным образом экранировать.

Экранировка дросселей осуществляется помещением их в металлические чехлы — экраны, которые заземляются. Экранировка сеточного проводника осуществляется заключением его в гибкую металлическую оплетку. Это можно сделать следующим образом. На кусок монтажного провода надевают резиновую, кембриковую или полихлорвиниловую изоляционную трубку, поверх которой навивают тонкий провод (фиг. 244,*а*); один из концов провода заземляют. Эта оплетка и является экраном.

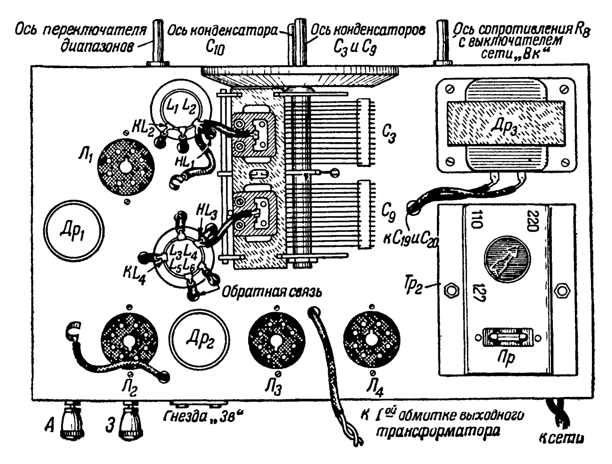


Фиг. 244. Экранировка проводников и вывода управляющей сетки.

Экранировке подлежат проводники, идущие к управляющей сетке лампы $Л_2$ от конденсатора C_{11} и гнезда звукоснимателя *Зв*. Вывод управляющей сетки этой лампы также экранируется при помощи жестяного или латунного колпачка (фиг. 244,*б*). Этот колпачок должен плотно надеваться на верхнюю часть металлического баллона лампы, но не соприкасаться с выводом сетки и надетым на нее контактом. Так как баллон лампы покрыт краской, являющейся изолятором, то баллон в месте его соприкосновения с колпачком должен быть зачищен до блеска.

Монтаж. Расположение на панели основных деталей приемника показано на фиг. 245, а общий вид приемника — на фиг. 246.

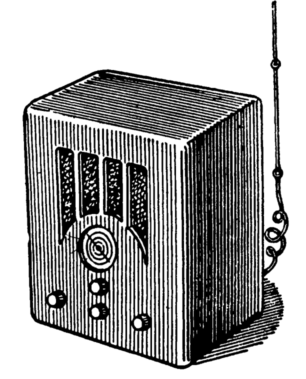
Желательно, чтобы горизонтальная часть панели была металлической. Боковые стенки могут быть дощатыми или фанерными толщиной 8—10 *мм*.



Фиг. 245. Расположение деталей трехлампового сетевого радиоприемника на панели.

Можно использовать подходящую панель от радиоприемника заводского изготовления. Такие панели иногда продаются в радиомагазинах.

Монтаж приемника производится в следующем порядке. Сначала на панели укрепляются ламповые панельки, силовой трансформатор, электролитические конденсаторы, блок переменных конденсаторов; затем — переключатель диапазонов, переменное сопротивление, гнезда антенны и заземления, гнезда звукоснимателя, дроссели высокой частоты. Катушки колебательных контуров и подстроечные конденсаторы крепятся последними.



Фиг. 246. Внешний вид трехлампового сетевого радиоприемника.

После этого надо сделать все соединения, которые заведомо не придется переделывать. К ним относятся: цепи накала ламп, заземление корпусов ламп, соединение гнезд защитных сеток первых двух ламп с их катодами, заземление сердечников трансформаторов, металлического основания переключателя, подвижных пластин конденсаторов переменной емкости и корпуса переменного сопротивления. Затем монтируют выпрямитель, выходную и детекторную лампы и заканчивают монтажем каскада усиления высокой частоты. Важно не разбрасываться в работе. Приступать к монтажу следующего каскада следует только после того, как полностью закончен монтаж предыдущего.

Во время монтажа надо принимать все меры для того, чтобы проводники сеточных и анодных цепей каждого каскада были возможно больше удалены друг от друга и не проходили параллельно. Иначе между этими цепями может появиться паразитная связь, приводящая к самовозбуждению.

Все соединительные проводники, особенно проводники сеточных и анодных цепей, должны быть по возможности короткими. Нужно также стремиться к тому, чтобы все детали, относящиеся к данному каскаду, были сгруппированы вокруг его ламповой панельки. Но в то же время нужно избегать нагромождения деталей.

Располагайте детали так, чтобы доступ к каждой из них был свободен. Полезно на выводы каждой детали до монтажа надеть картонные бирки с пометками их величин и порядковых номеров на схеме. Это поможет лучше ориентироваться в схеме во время налаживания приемника.

Годность всех деталей следует проверять до того, как они будут замонтированы.

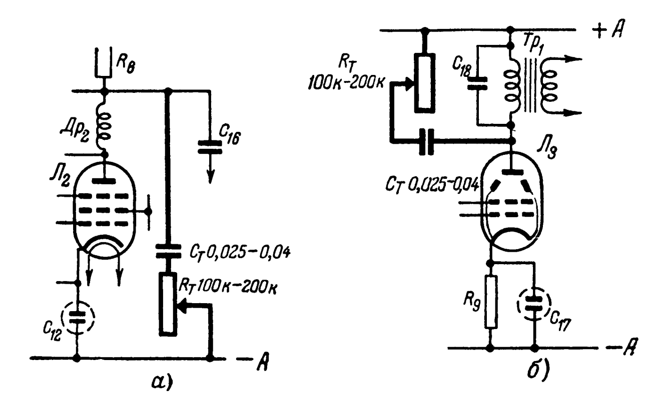
Описанный трехламповый приемник представляет собой довольно сложную конструкцию, в схеме которой можно и «запутаться». Поэтому рекомендуем вычертить его схему на большом листе бумаги и повесить ее на стене или положить перед собой на стол. Монтируя радиоприемник, помечайте на схеме выполненные узлы какими-либо условными знаками, например обводите их кружочками. Это поможет избежать недоделок, будет способствовать плановости в работе.

Какие изменения или дополнения могут быть внесены в схему трехлампового приемника? Их может быть много. Отметим только некоторые из них, не требующие больших изменений в схеме. Можно, например, повысить выходную мощность приемника, заменив лампу 6ПС6 лампой 6П3С, соответственно подобрав электродинамический громкоговоритель и выходной трансформатор. Величина сопротивления R_9 при использовании лампы 6П3С должна быть 180—200 *ом*.

Лампу 6К7 без какой-либо переделки приемника можно заменить лампой 6К9С, лампу 6Ж7 — лампой 6К7 или 6К9С. Вместо лампы 6К7 можно также применить лампу 6К3, а вместо лампы 6Ж7 — лампу 6Ж8, но при этом придется изменить монтаж на ламповых панельках в соответствии с цоколевкой новых ламп. Лампу 6Ж7 можно заменить и триодом 6Ф5С. В этом случае нужно исключить из схемы детали цепи экранирующей сетки.

При желании можно ввести в схему регулятор тембра, который позволит по желанию делать звук более глухим или более звонким.

На фиг. 247 приведены две схемы включения регулятора тембра. В обеих схемах регу-



Фиг. 247. Схемы регулирования тембра звука.

лятор тембра образуется конденсатором постоянной емкости C_m и переменным сопротивлением R_m. На схеме *а* эта цепь включена между анодным нагрузочным сопротивлением детекторной лампы $Л_2$ и минусом приемника, а на схеме *б* — параллельно первичной обмотке выходного трансформатора. Она может быть включена также между анодом выходной лампы и минусом. При всех включениях регулятор тембра звука будет давать примерно одинаковый результат; чем меньшая величина сопротивления R_m будет включена в цепь, тем больше будут ослабляться верхние звуковые частоты, тем глуше будет звук[1]. По усмотрению радиолюбителей ручка регулятора тембра звука может быть выведена на лицевую или заднюю стенку панели.

Во всех случаях цепь регулятора тембра звука включается после того, как радиоприемник испытан и налажен.

[1] Регулятор тембра может быть добавлен и в другие радиоприемники.

Налаживанию радиоприемников мы посвятим специльную беседу.

Советуем прочитать:

Л. В. Троицкий, Как сделать простой сетевой приемник (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1952.

А. Н. Ветчинин, Простейшие сетевые приемники (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1950.

Б. Сметанин, Юный радиоконструктор, «Молодая гвардия», 1953.

В. В. Енютин, Шестнадцать радиолюбительских схем (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1953.

Радиолюбительские приемники Б. Н. Хитрова (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1952.

Беседа двадцать пятая

ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ И ЗВУКОСНИМАТЕЛИ

Громкоговорители преобразуют электрические колебания низкой (звуковой) частоты в звуковые колебания воздуха.

Звукосниматели же, служащие для воспроизведения граммофонных записей, преобразуют механические колебания своей иглы в колебания электрические, которые затем усиливаются и преобразуются в звук при помощи громкоговорителей.

Познакомимся с устройством и действием громкоговорителей и звукоснимателей.

Громкоговорители

Если к телефонной трубке подвести сильные электрические колебания низкой частоты, то звук получится хотя и громким, но дребезжащим и искаженным. Телефон и не предназначен для громкой работы. Для этого существуют громкоговорители, специально приспособленные для громкого и неискаженного воспроизведения звука. В большинстве современных громкоговорителей звуковые колебания воздуха создаются большой мембраной конусообразной формы, сделанной из плотной бумаги и называемой диффузором.

Некоторые громкоговорители снабжены большими рупорами. Такие громкоговорители устанавливают главным образом на площадях, улицах, в парках, на стадионах.

В зависимости от устройства механизма громкоговорители подразделяют на электромагнитные, электродинамические и пьезоэлектрические[1].

Устройство пьезоэлектрического громкоговорителя отличается от устройства пьезоэлектрической трубки только тем, что громкоговоритель вместо мембраны имеет большой бумажной диффузор и в нем применен пьезоэлемент увеличенного размера.

Электромагнитный громкоговоритель

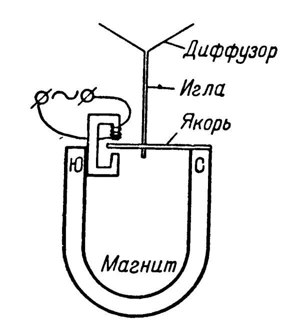
Схематическое устройство простейшего механизма электромагнитного громкоговорителя показано на фиг. 248. К одному из полюсов сильного подковообразного магнита прикреплена железная пластинка толщиной 1,5—2 *мм*. Ее называют якорем. Второй конец якоря направлен в сторону другого полюса магнита,

[1] Пьезоэлектрические громкоговорители очень ненадежны в работе и дают недостаточно удовлетворительное звучание. Поэтому в настоящее время они не выпускаются.

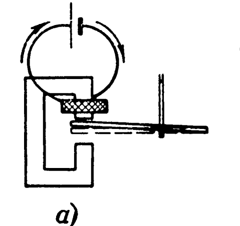
находится в зазоре его полюсного наконечника и может колебаться. Якорь скреплен через иглу с диффузором.

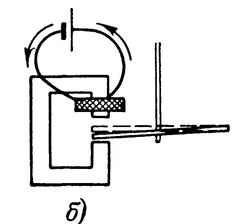
Полюсный наконечник сделан в виде буквы С из трансформаторной стали и имеет катушечку, по которой проходит ток низкой частоты. Свободный конец якоря, находясь точно

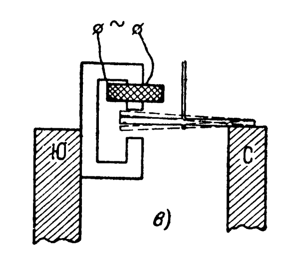
гому — полюсные наконечники с двумя последовательно соединенными катушками. Свободный конец якоря находится в зазоре между полюсными наконечниками. Через тонкую стальную иглу якорь скреплен с вершиной конусообразного бумажного диффузора при помощи так называемого ниппеля (фиг. 250,*г*).



Фиг. 248. Схематическое устройство электромагнитного громкоговорителя.







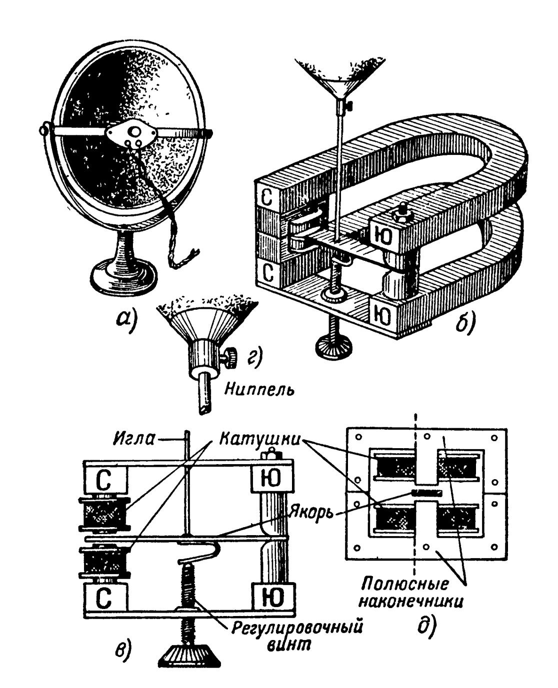
Фиг. 249. При перемене направления тока в катушке якорь изменяет свое положение.

в середине щели полюсного наконечника, испытывает одинаковое притяжение к его концам, находится как бы в равновесии. Но это равновесие будет до тех пор, пока в катушке нет тока. Как только в катушке появится ток, вокруг нее создастся поле, которое будет усиливать притяжение свободного конца якоря в сторону одного конца полюсного наконечника и ослаблять притяжение в сторону его другого конца. Равновесие якоря при этом нарушается. При одном направлении тока якорь притянется в сторону катушечки (фиг. 249,*а*), а при обратном направлении тока он притянется в сторону другого конца полюсного наконечника (фиг. 249,*б*). Отклонение якоря от его первоначального положения будет тем больше, чем больше ток в катушке. Если через нее пропускать переменный ток, якорь в зазоре полюсного наконечника будет совершать колебательные движения (фиг. 249,*в*). За каждый период переменного тока он отклонится сначала в одну, а затем в другую сторону, т. е. сделает одно полное колебание. Через иглу колебания якоря передаются диффузору, и последний, совершая движения вперед и назад, колеблет значительную массу воздуха, создавая звук.

На таком принципе основано устройство громкоговорителя «Рекорд» (фиг. 250,*а*). В нем применены два подковообразных магнита, соединенных одноименными полюсами (фиг. 250,*б*). Поэтому их можно рассматривать как один сильный магнит. К одному из полюсов такого магнита прикреплен якорь, а к дру-

Полюсный наконечник громкоговорителя устроен несколько сложнее, чем показанные на предыдущих рисунках, но это сути дела не меняет. Отрежьте мысленно левую часть наконечника (до пунктирной линии, показанной на фиг. 250,*д*), и вы получите С-образный полюсный наконечник.

К нижней плоскости якоря прикреплена изогнутая пружинящая пластинка, в которую упирается регулировочный винт (фиг. 250,*в*). Этот винт служит для точной установки якоря в зазоре полюсных наконечников. Крутить его



Фиг. 250. Внешний вид, внутреннее устройство и детали электромагнитного громкоговорителя типа „Рекорд“.

без надобности не рекомендуется, так как можно повредить стальную пружинку.

Катушки громкоговорителя имеют примерно по 2 500 витков провода ПЭЛ 0,05—0,08 *мм*. Их сопротивление для постоянного тока составляет около 2 000 *ом*, а индуктивное сопротивление для переменного тока низкой частоты значительно больше. «Рекорд» — весьма чувствительный громкоговоритель. При потреблении мощности тока низкой частоты 0,05—0,2 *вт* он работает достаточно громко.

Громкоговорители типа «Рекорд» рассчитаны главным образом для работы от радиотрансляционной сети. Однако их можно применять и в простых сетевых и батарейных приемниках, включая непосредственно в анодную цепь выходной лампы.

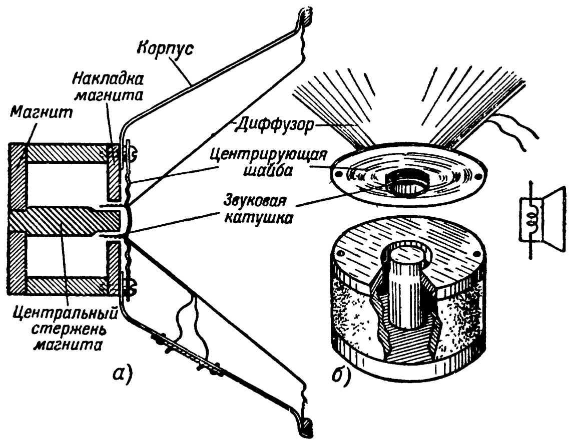
Разговорную речь эти громкоговорители воспроизводят достаточно хорошо, но музыку и пение — хуже. Наиболее низкие частоты (басы) и очень высокие, как, например, звуки скрипки, они передают с заметными искажениями.

Многие громкоговорители типа «Рекорд» снабжены регуляторами громкости, представляющими собой переменные сопротивления.

Более высокими качествами обладают электродинамические громкоговорители.

Электродинамический громкоговоритель

Электродинамические громкоговорители, которые часто называют динамиками, используются в большинстве современных радиоприемников промышленного и любительского изготовления. Они обеспечивают наиболее высококачественное и громкое воспроизведение звука. Но это достигается за счет потребления ими значительно большей мощности тока низкой частоты по сравнению с громкоговорителями типа «Рекорд».



Фиг. 251. Устройство и схематическое обозначение электродинамического громкоговорителя с постоянным магнитом.

Принцип работы электродинамического громкоговорителя основан на взаимодействии поля постоянного магнита с магнитным полем проводника, по которому протекает ток. Если в поле постоянного магнита поместить проводник с током, то он будет выталкиваться из поля в ту или иную сторону в зависимости от направления тока.

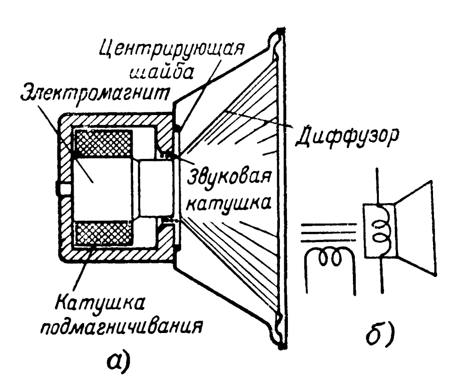
Основными частями электродинамического громкоговорителя являются с и л ь н ы й п о с т о я н н ы й м а г н и т (или электромагнит) и з в у к о в а я к а т у ш к а с бумажным конусообразным диффузором. Громкоговорители с электромагнитами обычно называют электродинамическими громкоговорителями с подмагничиванием. На фиг. 251 показаны разрез и схематическое обозначение электродинамического громкоговорителя с постоянным магнитом. Между центральным стержнем кольцевого магнита и его накладкой, имеющей в центре круглое отверстие, образуется з а з о р, в котором создается сильное магнитное поле. В этом зазоре находится звуковая катушка, намотанная на бумажном кольце, скрепленном с вершиной бумажного диффузора. При помощи гофрированной ц е н т р и р у ю щ е й ш а й б ы, прикрепленной в стыке вершины диффузора со звуковой катушкой, эта катушка устанавливается точно в середине зазора с таким расчетом, чтобы она могла перемещаться вдоль центрального стержня, не цепляясь за накладку.

Звуковая катушка содержит несколько десятков витков провода ПЭЛ 0,15—0,25 *мм*, намотанных в один-два слоя. Выводы от катушки сделаны изолированным многожильным проводом. Края диффузора гофрированы и укреплены на металлическом кольце корпуса.

Как только в катушке появится ток, вокруг нее появится магнитное поле, которое вступает во взаимодействие с полем магнита. При одном направлении тока катушка будет выталкиваться из зазора (на фиг. 251,*а* двигаться вправо), а при другом направлении — втягиваться внутрь магнита (на фиг. 251,*а* двигаться влево). При пропускании через катушку переменного тока низкой частоты она вместе с диффузором будет следовать за всеми изменениями тока — будет колебаться в зазоре. Диффузор создает колебательные движения частиц воздуха, которые воспринимаются нами как звук.

Электродинамические громкоговорители с постоянными магнитами широко используются как в сетевых, так и в батарейных радиоприемниках и усилителях.

Устройство электродинамического громкоговорителя с подмагничиванием и его обозна-



Фиг. 252. Разрез (*а*) и схематическое обозначение (*б*) электродинамического громкоговорителя с подмагничиванием.

чение на схемах показаны на фиг. 252. Здесь на центральный стержень магнитной системы надета катушка, называемая **катушкой подмагничивания** или **возбуждения**, имеющая несколько тысяч витков. Когда через катушку проходит постоянный ток, получается электромагнит, создающий в зазоре сильное магнитное поле. В остальном этот громкоговоритель работает точно так же, как и электродинамический громкоговоритель с постоянным магнитом.

На питание катушки подмагничивания затрачивается энергия постоянного тока значительной мощности, поэтому эти громкоговорители используют только в сетевых приемниках.

Катушки подмагничивания многих громкоговорителей рассчитаны на включение вместо дросселя сглаживающего фильтра выпрямителя. В этом случае постоянное магнитное поле в зазоре создается общим анодным током, потребляемым приемно-усилительными лампами от выпрямителя. Такие катушки подмагничивания обладают сопротивлением не более 1,5—2 *ком* и используются, например, в радиоприемниках «Салют», «Урал», ВЭФМ-557, 6Н-1, СВД-9 и некоторых других.

Можно встретить электродинамические громкоговорители старых выпусков, например от приемника ЭЧС-4, катушки подмагничивания которых имеют сопротивление около 10 000 *ом*. Такие катушки включать вместо дросселя фильтра выпрямителя нельзя, так как на них получается большое падение напряжения выпрямленного тока и на анодах приемно-усилительных ламп будет слишком малое напряжение. Катушки подмагничивания таких громкоговорителей включаются до дросселя параллельно конденсатору сглаживающего фильтра выпрямителя (на схеме фиг. 242, например, параллельно конденсатору C_{20}).

Звуковая катушка электродинамического громкоговорителя, как было уже сказано выше, наматывается сравнительно толстым проводом, состоит из нескольких десятков витков и имеет сопротивление всего несколько ом. Она рассчитана на работу при малых напряжениях, но значительном токе. Включать ее непосредственно в анодную цепь выходной лампы приемника или усилителя или в радиотрансляционную сеть нельзя. Она включается только через понижающий — выходной — трансформатор.

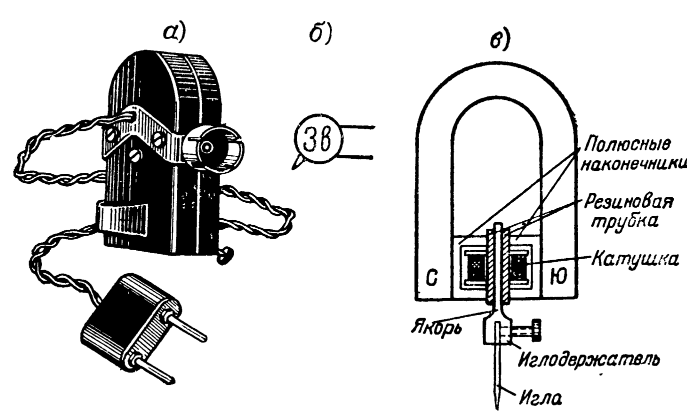
Одной из основных величин, характеризующих электродинамический громкоговоритель, является его мощность. Такие громкоговорители строятся на мощности от долей ватта до десятков ватт. Чем мощнее громкоговоритель, тем громче он может работать, но в то же время тем бо́льшей мощности тока низкой частоты он требует. Электродинамические громкоговорители мощностью 0,2—0,5 *вт* чаще всего используются для радиотрансляционных сетей и в батарейных приемниках, а мощностью 1,5—5 *вт* — в сетевых приемниках и усилителях. Еще более мощные электродинамические громкоговорители применяют для воспроизведения звука в больших помещениях, например клубах, кинотеатрах, а также устанавливают на площадях, улицах, в парках и т. п.

Трансляционные или, как их еще называют, абонентские электродинамические громкоговорители всегда имеют понижающие трансформаторы. Первичные обмотки этих трансформаторов чаще всего рассчитаны на напряжение радиотрансляционной сети 30 и 15 *в*. Переключение с одного рабочего напряжения на другое достигается соответствующей перепайкой или переключением выводов первичной обмотки. Эти громкоговорители можно использовать в простых ламповых радиоприемниках.

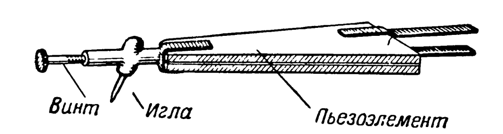
Таблица основных данных наиболее распространенных электродинамических громкоговорителей приводится в приложении 4.

Звукосниматели

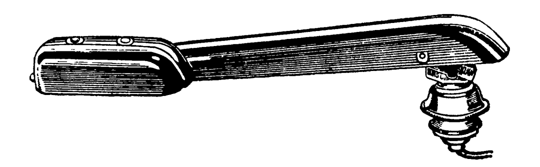
Кто внимательно рассматривал граммофонную пластинку, тот замечал зигзагообразные бороздки на ней, идущие по спирали. Это—механическая запись звука. Воспроизведение ее через усилитель низкой частоты происходит при помощи звукоснимателя. Существуют два типа звукоснимателей: **электромагнитный** и **пьезоэлектрический**. Внешний вид и схематическое устройство электромагнитного звукоснимателя показаны на фиг. 253. Его внутреннее устройство (фиг. 253,*в*) очень похоже на механизм одноименного громкоговорителя. Он состоит из сильного подко-



Фиг. 253. Внешний вид (*а*), схематическое обозначение (*б*) и внутреннее устройство (*в*) электромагнитного звукоснимателя.



Фиг. 254. Главнейшие части пьезоэлектрического звукоснимателя.



Фиг. 255. Звукосниматель с тонармом.

вообразного постоянного магнита, имеющего полюсные наконечники, направленные навстречу друг другу. Между наконечниками находится катушка, имеющая большое число витков тонкой проволоки, а внутри катушки — якорь. Конец якоря заканчивается иглодержателем, в котором зажимается граммофонная игла. Якорь удерживается в среднем положении эластичными резиновыми прокладками или резиновой трубкой, надетой на якорь. Если кончик иглы отклонить вправо, то противоположный конец якоря, находящийся между полюсными наконечниками, отклонится влево. Если же кончик иглы отклонить влево, противоположный конец якоря отклонится вправо. При проигрывании граммофонной пластинки кончик иглы звукоснимателя следует за всеми извилинами ее звуковой бороздки и колеблет якорь. Каждое колебание якорька изменяет состояние магнитного поля в зазоре магнитных наконечников. Изменяющееся магнитное поле индуктирует в катушке звукоснимателя переменные напряжения низкой частоты.

Напряжение, индуктированное в катушке звукоснимателя, невелико, оно составляет всего доли вольта. Но если это напряжение подать на вход усилителя низкой частоты, то громкоговоритель, включенный на его выход, может дать очень громкое воспроизведение записи на граммофонной пластинке.

Катушка электромагнитного звукоснимателя наматывается проводом ПЭЛ 0,05—0,08 *мм* и имеет сопротивление постоянному току около 2 000 *ом*.

В пьезоэлектрическом звукоснимателе, так же как в пьезоэлектрических телефонных трубках и громкоговорителях, используется пьезоэлемент, состоящий из пластинок сегнетовой соли. Внутреннее устройство такого звукоснимателя показано на фиг. 254.

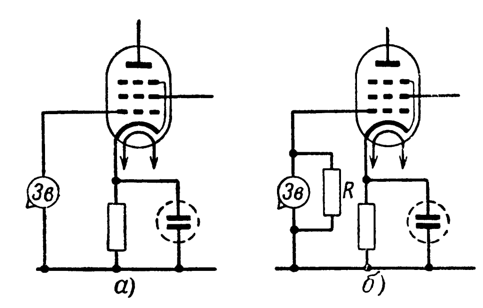
На одном конце пьезоэлемента, имеющего форму трапеции, укреплен иглодержатель. Другой конец пьезоэлемента имеет выводы и зажимается неподвижно в корпусе звукоснимателя. При проигрывании граммофонной пластинки игла колеблется, а пьезоэлемент от этого изгибается — вибрирует с переменными частотой и силой. Вибрация пьезоэлемента создает на поверхностях его пластинок переменные электрические потенциалы, частота которых соответствует частоте звука, записанного на пластинке. Развиваемое звукоснимателем переменное напряжение низкой частоты величиной до нескольких десятых долей вольта через соединительные проводники может быть подано на вход усилителя и усилено им.

По своим электрическим данным пьезоэлектрический звукосниматель лучше электромагнитного, но уступает ему в механической прочности. Поэтому нужно помнить, что пьезоэлектрический звукосниматель требует к себе бережного обращения. От сильных ударов по его игле или корпусу пьезоэлемент легко трескается, ломается. Испорченный пьезоэлемент звукоснимателя может быть только заменен новым. Пьезоэлементы для звукоснимателей имеются в магазинах, торгующих радиодеталями.

Пьезоэлектрический звукосниматель обозначают на схемах так же, как электромагнитный.

Конструкции звукоснимателей бывают весьма различны. Так, например, звукосниматель, показанный на фиг. 253,*а*, предназначен для проигрывания граммофонных пластинок при помощи граммофонного заводного механизма (патефона). В электропроигрывателях используют звукосниматели со специальными держателями, называемыми тонармами. Один из таких звукоснимателей с тонармом показан на фиг. 255.

В связи с тем, что наша промышленность граммофонных пластин наряду с обычными изготовляет так называемые долгоиграющие пластинки, преимущество которых заключается в том, что на них записано по нескольку песен или танцев, выпускаются универсальные звукосниматели с тонармами. У них вдоль тонарма можно передвигать небольшой грузик, изменяя давление иглы на пластинку, увеличивая его при проигрывании обычных и уменьшая при проигрывании долгоиграющих.



Фиг. 256. Включение звукоснимателей.
а — электромагнитного; *б* — пьезоэлектрического.

Включение звукоснимателей

Электромагнитный звукосниматель включают на вход усилителя низкой частоты, как показано на фиг. 256,*а*. В этом случае отрицательное смещение на сетку, создающееся на катодном сопротивлении лампы, подается через катушку звукоснимателя. При использовании же пьезоэлектрического звукоснимателя параллельно ему необходимо подключать сопротивление порядка 300—500 *ком* (фиг. 256,*б*), иначе на управляющую сетку не будет подано отрицательное напряжение смещения и лампа может «запереться».

Советуем прочитать:

А. Г. Дольник, Громкоговорители (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1953.

А. К. Бектобегов и М. С. Жук, Граммофонные звукосниматели (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1950.

М. С. Жук, Электродинамический громкоговоритель (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1950.

Беседа двадцать шестая

ИСПЫТАТЕЛЬ РАДИОПРИЕМНИКА, ПРОСТЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Начинающие радиолюбители часто испытывают трудности в нахождении неисправностей, из-за которых приемники работают плохо или совсем молчат. А между тем виноваты в этом часто сами радиолюбители: в одном месте недостаточно хорошо сделали пайку, в другом — плохо изолировали проводники или соединения, в третьем — замонтировали непроверенную деталь и т. д. Вряд ли от такого приемника можно требовать хорошей работы.

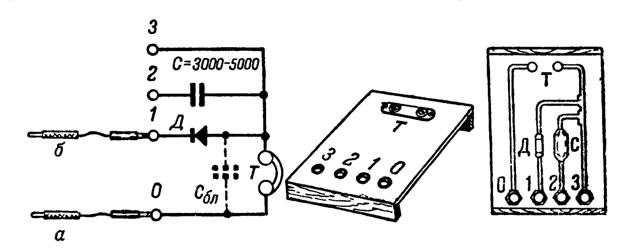
Но бывает и так, что приемники плохо работают и не по вине радиолюбителей. Иногда даже совершенно новые детали отказываются нормально работать в приемнике..

Все эти неприятности надо предупреждать. Но если они все же появятся, причины их надо уметь быстро находить и устранять.

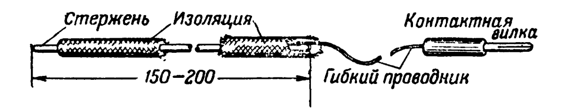
Нужно уметь «лечить» свой приемник. А для этого надо прежде всего правильно определить «болезнь». В таких случаях радиолюбитель становится как бы врачом, в руках которого вместо медицинской трубки — стетоскопа — и термометра должны быть испытательные и измерительные приборы.

Испытатель радиоприемника

Схема и устройство несложного испытателя радиоприемника показаны на фиг. 257. При помощи него можно проверить на слух работу различных цепей приемника или усилителя.



Фиг. 257. Принципиальная схема, общий вид и монтажная схема испытателя.



Фиг. 258. Устройство щупа.

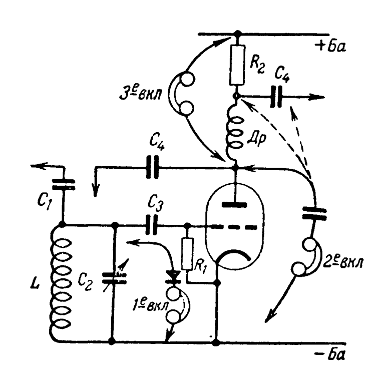
Он представляет собой маленькую панельку размером примерно 40×60 *мм*, на которой смонтированы гнезда для телефона *Т*, детектор *Д*, конденсатор *С* и четыре гнезда для включения щупов, при помощи которых этот приборчик подключается к испытываемым цепям радиоприемника. Щуп *а* должен быть вставлен в гнездо *0* постоянно; переключается только щуп *б*. Когда щуп *б* вставлен в гнездо *1*, телефон подключается к испытываемой цепи через детектор; когда он вставлен в гнездо *2*, телефон подключается через конденсатор, а когда этот щуп вставлен в гнездо *3*, телефон приключается к испытываемой цепи без дополнительных деталей.

Первое включение приборчика предназначено для прослушивания высокочастотных цепей приемника. В этом случае модулированные колебания высокой частоты детектируются, и через телефон будет протекать получившийся при этом ток низкой частоты.

Второе и третье включения щупа *б* применяются для проверки низкочастотных цепей приемника: при включении этого щупа в гнездо *2* конденсатор *С*, преграждая путь через телефон постоянному току, пропускает через него только колебания низкой частоты; при включении щупа в гнездо *3* через телефон может протекать как постоянный, так и переменный ток.

Конденсатор *С* — слюдяной, емкостью 3—5 тыс. *пф*, на рабочее напряжение 600—800 *в*. Детектор — с постоянной чувствительной точкой. Можно использовать и кремниевый детектор, но в этом случае придется для него смонтировать дополнительные гнезда.

При использовании в испытателе электро-



Фиг. 259. Проверка работы детекторной ступени при помощи испытателя.

магнитного телефона параллельно его гнездам надо включить блокировочный конденсатор (на фиг. 257 он показан пунктирными линиями) емкостью 500—2 000 *пф*, а при использовании пьезоэлектрических трубок — сопротивление 30—50 *ком*.

Устройство щупа показано на фиг. 258. Он состоит из медного или латунного стержня диаметром 3—4 *мм* и длиной 150—200 *мм*. Один конец стержня заострен. К другому его концу припаян гибкий (многожильный) изолированный проводник, оканчивающийся ножкой штепсельной вилки, которая вставляется в гнезда испытателя. Если вместо гнезд используются зажимы, то к проводникам щупов вместо штепсельных вилок нужно припаять металлические крючки или плоские наконечники.

На стержень надевается изолирующая (кембриковая, полихлорвиниловая, эбонитовая) трубка. Она должна закрывать весь стержень щупа, включая место спайки его с гибким проводником. Из трубки должен выступать только заостренный кончик стержня, которым прикасаются к испытываемой цепи или детали приемника. Если не окажется подходящей трубки, стержень щупа закатывают в бумагу, предварительно промазанную клеем, и сушат. Толщина бумажного слоя должна составлять 0,5—0,8 *мм*. Бумажная изоляция по высыхании покрывается лаком или масляной краской.

Для удобства пользования испытателем его можно снабдить небольшим крючком для подвешивания к карману или петлице костюма.

На фиг. 259 для примера показано, как пользоваться испытателем при проверке детекторного каскада приемника. Чтобы определить, исправен ли колебательный контур LC_2, вилки испытателя включаются в гнезда *0—1*, а щупами прикасаются к этому контуру (на схеме 1-е включение). Для проверки работы лампы щуп *б* вставляется в гнездо *2*; при этом одним щупом прикасаются к минусу, а другим — либо к аноду лампы, либо к нижнему концу анодного нагрузочного сопротивления R_2, либо к правой обкладке разделительного конденсатора C_4 (2-е включение). Если лампа работает нормально, при любом из этих включений в телефоне будет слышна передача. Но если окажется, например, обрыв в дросселе, то лампа работать не будет. Это подтвердит 3-е включение испытателя, при котором передача должна быть слышна.

Этот простой приборчик может оказать радиолюбителям большую услугу при проверке работы катушек приемника, а также при испытании и налаживании любого радиоприемника.

Переходим к измерительным приборам.

Об электроизмерительных приборах

Мы уже говорили, что токи относительно большой величины измеряют амперметрами, а малые токи — миллиамперметрами или микроамперметрами. Напряжение измеряют вольтметрами, милливольтметрами, а сопротивления — омметрами.

Несмотря на различия в наименованиях всех этих приборов, все они работают принципиально одинаково — отклонение их стрелок показывает, что через них течет ток. Чем больше ток, тем большее отклонение дает стрелка прибора. А шкала прибора в зависимости от того, для каких измерений приспособлен прибор, градуируется (размечается) соответственно в амперах, миллиамперах, вольтах, омах.

Все электроизмерительные приборы принято характеризовать их чувствительностью. Чувствительность прибора оценивается числом ампер, миллиампер или микроампер, при котором его стрелка дает полное отклонение, т. е. до конца шкалы. Чувствительность прибора будет тем выше (больше), чем меньше ток, при котором получается полное отклонение стрелки.

Когда, например, говорят: чувствительность прибора 1 *ма* — это значит, что стрелка данного прибора отклоняется до последнего деления шкалы, когда через него проходит ток в 1 *ма*. Такой прибор можно включать только в ту цепь, ток в которой не превышает 1 *ма*. Ток большей величины может повредить прибор. Если через прибор чувствительностью 1 *ма* будет проходить меньший ток, например 0,5 *ма*, то его стрелка отклонится только на половину шкалы. При еще меньшем токе стрелка этого прибора даст еще меньшее отклонение.

В некоторых случаях чувствительность прибора характеризуют величиной тока на одно деление его шкалы. В таких случаях полное отклонение стрелки получится при токе, равном произведению чувствительности прибора на число делений шкалы.

Различают магнитоэлектрические и электромагнитные приборы. Первые во много раз чувствительнее вторых.

В цепях радиоприемника протекают в большинстве случаев токи, исчисляемые миллиамперами, поэтому для измерений пригодны только приборы, чувствительность которых не превышает нескольких миллиампер (1—2 *ма*), т. е. приборы, потребляющие малой величины токи. Этим требованиям отвечают только приборы магнитоэлектрической системы. Приборы электромагнитной системы для нас непригодны, так как они рассчитаны на измерение сравнительно больших токов.

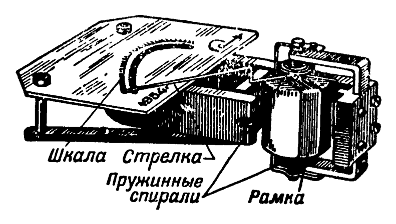
Магнитоэлектрический прибор

Устройство магнитоэлектрического прибора, или гальванометра, показано на фиг. 260. Он имеет сильный подковообразный постоянный магнит (на фиг. 260 для наглядности часть одного полюса магнита удалена), между полюсами которого помещена катушечка из изолированного провода, намотанного на легкой рамке. Рамка и стрелка прибора укреплены на оси. Ось вместе с рамкой и стрелкой может поворачиваться в небольших подшипниках. В начальном — «нулевом» — положении они удерживаются спиральными пружинками.

Прибор работает следующим образом. Когда через катушечку течет ток, вокруг нее образуется магнитное поле. Это поле взаимодействует с полем постоянного магнита. В результате этого катушка поворачивается, отклоняя стрелку от первоначального положения. Отклонение ее будет тем больше, чем больше ток в катушке. При повороте катушки спиральные пружинки закручиваются. Как только прекратится ток в катушке, пружинки возвращают рамку, а вместе с ней и стрелку прибора в «нулевое» положение.

Условное обозначение прибора — миллиамперметра — показано на фиг. 261. Здесь же показан знак, который ставят внизу шкалы прибора для того, чтобы показать, что он магнитоэлектрической системы. Рядом с таким знаком обычно ставят стрелку, указывающую то положение прибора, в котором он должен находиться при измерениях. Вертикальная стрелка указывает, что данный прибор должен работать в вертикальном положении, а горизонтальная — в горизонтальном положении. Если не придерживаться этих указаний, то прибор будет давать неточные показания.

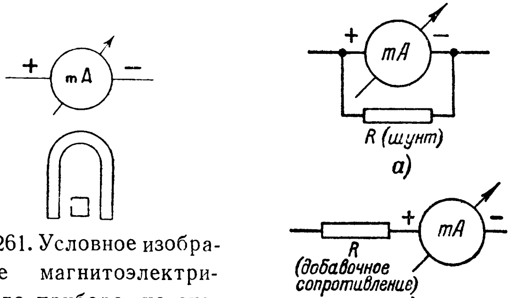
Магнитоэлектрические приборы часто используют для измерения сравнительно больших токов (в амперметрах). Шкала такого прибора градуируется в амперах. В этом случае параллельно катушке прибора присоединяют сопротивление — шунт (фиг. 262,*а*). Его величину подбирают с таким расчетом, чтобы основной ток шел через шунт и только часть этого то-



Фиг 260. Механизм прибора магнитоэлектрической системы.

ка — через прибор. Если из амперметра убрать шунт, прибор станет более чувствительным.

При использовании магнитоэлектрического прибора в вольтметре последовательно с катушкой включают добавочное сопротивление (фиг. 262,*б*). Оно ограничивает величину тока,



Фиг. 261. Условное изображение магнитоэлектрического прибора на схеме и условное обозначение типа этого прибора на шкале.

Фиг. 262. Включение шунтов и добавочных сопротивлений к прибору.

проходящего через рамку, повышая одновременно сопротивление прибора.

Шунты и добавочные сопротивления могут находиться как внутри корпуса приборов (внутренние), так и снаружи (внешние). Чтобы превратить амперметры и вольтметры в миллиамперметры, нужно изъять из них шунты и дополнительные сопротивления.

Для измерительных приборов, необходимых радиолюбителю — вольтметров, омметров, нужны магнитоэлектрические приборы возможно лучшей чувствительности, т. е. по возможности на меньший ток. Желательно, чтобы шкала подбираемого прибора была возможно большего размера. Это даст возможность делать по ней более точные отсчеты. Из чувствительного стрелочного прибора можно всегда сделать любой измерительный прибор, необходимый в хозяйстве радиолюбителя.

Если в распоряжении радиолюбителя имеется магнитоэлектрический прибор неизвестной чувствительности, ее можно узнать опытным путем. Для этого прежде всего из прибора надо удалить шунт или добавочное сопротивление (если они имеются в приборе). Затем из этого прибора, источника постоянного тока небольшого напряжения (например, батарейки от карманного фонаря) и сопротивления величиной 15—20 *ком* составить электрическую цепь (см. фиг. 267,*а*). Постепенным уменьшением величины добавочного сопротивления, заменой его или параллельным подключением к нему другого сопротивления надо добиться отклонения стрелки на всю шкалу, до последнего деления ее. Нельзя допускать резкого уменьшения величины дополнительного сопротивления, так как это может вызвать резкий уход стрелки прибора за пределы шкалы, вследствие чего прибор может испортиться. Если теперь напряжение источника тока разделить на величину подобранного сопротивления, то мы приблизительно узнаем чувствительность прибора.

Например, если полное отклонение стрелки на всю шкалу получилось при напряжении батарейки 4,5 *в* и добавочном сопротивлении 15 000 *ом*, то, следовательно, чувствительность этого прибора будет:

$$4{,}5\ \textit{в} : 15\,000\ \textit{ом} = 0{,}0003\ \textit{а} \text{ или } 300\ \textit{мка}.$$

Вольтметр постоянного тока

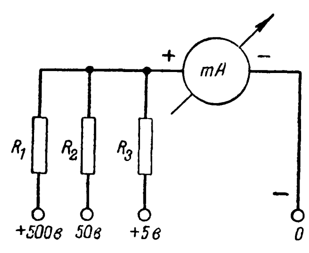
В хозяйстве радиолюбителя желательно иметь вольтметр. При помощи него можно измерять напряжения в различных цепях радиоприемника или усилителя, чтобы установить нормальные режимы работы ламп. Для этой цели пригодны вольтметры, имеющие достаточно большое сопротивление, так называемые в ы с о к о о м н ы е вольтметры.

Качество вольтметра оценивается его сопротивлением, т. е. числом в омах, приходящимся на 1 *в* измеряемого напряжения (пишут: *ом/в*). Так, например, если сопротивление вольтметра, включая его добавочное сопротивление, равно 5 000 *ом*, а его шкала проградуирована для измерения напряжений до 5 *в*, то на 1 *в* измеряемого напряжения будет приходиться 1 000 *ом*. Чем чувствительнее прибор, используемый в вольтметре, тем больше будут его добавочные сопротивления. А качество вольтметра будет тем выше, чем больше его общее сопротивление.

Вольтметр с меньшим сопротивлением потребляет значительный ток по сравнению с токами в анодных цепях и цепях экранирующих сеток ламп. Такие вольтметры, «забирая» на себя большой ток, создают значительные дополнительные падения напряжения на нагрузочных и гасящих сопротивлениях этих цепей. Из-за этого показания вольтметра значительно отличаются от действительных величин напряжений (когда вольтметр отключен). Наибольшие погрешности в показаниях вольтметра с небольшим сопротивлением будут при измерениях в тех цепях, в которые включены сопротивления большой величины и особенно в тех цепях, в которых течет малый ток, например в анодных цепях и цепях экранирующих сеток ламп 6Ж7 и 2Ж2М, работающих в каскадах

предварительного усиления низкой частоты на сопротивлениях.

Для измерения напряжений на анодах и экранирующих сетках ламп пригодны вольтметры, обладающие сопротивлением не менее 1 000—2 000 *ом/в*.



Фиг. 263. Схема вольтметра на три предела измерений.

В радиоприемниках приходится измерять напряжения от нескольких вольт до нескольких сотен вольт. Поэтому вольтметр с одним пределом измерений неудобен. Например, вольтметром со шкалой на 500 *в* нельзя точно измерять напряжения 1,5—3 *в*, так как отклонение стрелки получится мало заметным. Вольтметром же со шкалой на 5 *в* нельзя измерять более высокие напряжения. Нам нужен вольтметр, имеющий несколько пределов измерений, как говорят несколько шкал.

Схема такого вольтметра показана на фиг. 263. Наличие трех добавочных сопротивлений (R_1, R_2 и R_3) свидетельствует о том, что вольтметр имеет три предела измерений: 1-й — 0—5, 2-й — 0—50 и 3-й — 0—500 *в*.

Это наиболее удобные пределы, позволяющие измерить с достаточной точностью любые напряжения, которые могут встретиться в вашей практике.

Величины добавочных сопротивлений легко подсчитать по известной вам формуле

$$R = \frac{U}{I}.$$

Здесь U — напряжение в вольтах, на которое рассчитывается шкала прибора; I — ток в амперах, при котором получается полное отклонение его стрелки; R — величина добавочного сопротивления для данного предела измерений.

Если мы имеем прибор на ток 1 *ма* (0,001 *а*) и хотим сделать из него вольтметр на три предела измерений: 0—5, 0—50 и 0—500 *в*, то сопротивление R_3 (фиг. 263) на предел измерений до 5 *в* должно иметь величину

$$R_3 = \frac{U}{I} = \frac{5}{0{,}001} = 5 \text{ ком}.$$

Подобным же образом можно подсчитать, что R_2= 50 *ком* и R_1= 500 *ком*.

Если будет использован прибор на ток 500 *мка* (0,0005 *а*), то для тех же пределов измерений добавочные сопротивления должны иметь величины: R_3= 10 *ком*; R_2= 100 *ком* и R_1= 1 *мгом*.

Нетрудно определить, что при любом пределе измерений вольтметр с прибором на 1 *ма* будет иметь сопротивление примерно 1 000 *ом/в*, а с прибором на 500 *мка* 2 000 *ом/в*.

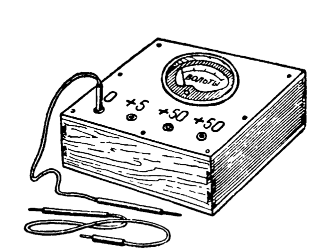
Более точный расчет величин добавочных сопротивлений производят с учетом сопротивления всей цепи вольтметра, включая сопротивление катушки прибора. Но так как такой расчет сложен, а сопротивление катушки прибора сравнительно с добавочными сопротивлениями весьма мало, то обычно в любительских условиях его не учитывают. Окончательную же «подгонку» сопротивлений производят опытным путем при градуировке вольтметра.

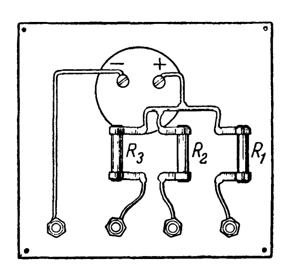
Общий вид и монтаж вольтметра, сделанного по схеме фиг. 263, показаны на фиг. 264. Его прибор, добавочные сопротивления и гнезда смонтированы на прямоугольной панели, изготовленной из листового гетинакса, органического стекла или в крайнем случае из сухой фанеры. Панель эта служит одновременно крышкой ящика вольтметра.

Подключение вольтметра к измеряемым цепям производится при помощи описанных выше щупов.

В качестве добавочных сопротивлений вольтметра удобно использовать сопротивления типа СС. Токопроводящий слой этих сопротивлений распределен по поверхности фарфорового цилиндра. Аккуратно смыв спиртом слой лака, покрывающий токопроводящий слой, путем передвижения латунного хомутика — вывода, охватывающего трубочку сопротивления, можно изменять их величины. Это упростит точную подгонку величин сопротивлений во время градуировки вольтметра.

В вольтметре можно использовать заводскую шкалу прибора или вычертить новую по фиг. 265. Размер новой шкалы прибора должен соответствовать размеру прежней. Вся шкала делится на пять равных частей, которые будут соответствовать единицам, десяткам или сотням вольт. Для того чтобы можно было вести точные отсчеты, каждая пятая часть





Фиг. 264. Общий вид и монтажная схема вольтметра на три предела измерений.

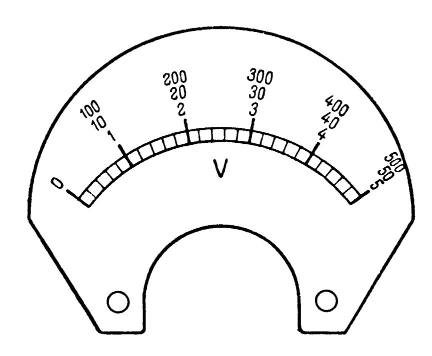
шкалы делится еще на пять или десять равных частей. При отсчете напряжений в пределах 0—5 *в* надо пользоваться нижним, в пределах 0—50 *в* — средним и в пределах 0—500 *в* — верхним рядами цифр.

Градуировка вольтметра производится после того, как он полностью смонтирован и на него наклеена шкала. Для этого нужно иметь источники напряжений и контрольный вольтметр, дающий правильные показания напряжений.

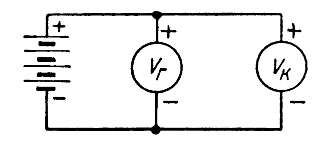
В качестве источников небольших напряжений можно использовать сухие элементы; большие напряжения можно получить от анодных батарей или выпрямителя.

Градуировка производится следующим образом. Вольтметр $V_г$ который надо проградуировать (фиг. 266), и контрольный вольтметр $V_к$ соединяем параллельно. На обоих вольтметрах устанавливаем одинаковые пределы измерений и присоединяем к ним источник тока, дающий напряжение, близкое к данному пределу измерений, например 4,5 *в* для 5-вольтовой шкалы. После этого сличаем показания вольтметров.

Теперь изменением величины добавочного сопротивления путем передвижения латунного хомутика добиваемся, чтобы показание самодельного вольтметра совпадало с показанием контрольного вольтметра. Если при этом контрольный прибор показывает, например, 4,5 *в*, а самодельный 4,1 *в*, то величину добавочного сопротивления надо уменьшить (хомутик сдвигается к середине сопротивления). Если же показание градуируемого вольтметра превышает показание контрольного, величину добавочного сопротивления следует увеличить. Не исключена возможность, что величина добавочного сопротивления окажется малой; тогда его придется заменить другим, большей величины или включить последовательно с ним еще одно сопротивление.



Фиг. 265. Образец шкалы вольтметра на три предела измерений.



Фиг. 266. Схема для градуировки вольтметра.

Если добавочное сопротивление самодельного вольтметра было подобрано правильно, в показаниях вольтметров будет незначительное расхождение.

Шкала вольтметра постоянного тока почти равномерна, поэтому производить градуировку по всей шкале не обязательно. Проверить это можно присоединением других напряжений и сверкой показаний вольтметров на других частях шкалы.

Точно так же подгоняются величины добавочных сопротивлений для других пределов измерений.

Для градуировки 500-вольтовой шкалы совершенно не обязательно присоединять напряжение, близкое к этому пределу. Достаточно будет подогнать добавочное сопротивление при напряжении 250—300 *в* и затем сверить показания вольтметров при другом, более низком напряжении.

На этом градуировка вольтметра заканчивается.

Чтобы избежать опасности удара током высокого напряжения во время градуировки 500-вольтовой шкалы, изменять величину добавочного сопротивления следует только при выключенном источнике напряжения.

Омметр

Омметр также является очень необходимым измерительным прибором для практических работ радиолюбителя: Принцип его работы заключается в том, что в цепи, составленной из источника тока и стрелочного прибора, при включении в нее различных сопротивлений изменяется величина тока. Шкала такого прибора градуируется в омах.

Для изготовления омметра нужны милли- или микроамперметр, источник постоянного тока (например, батарейка от карманного фонаря) и сопротивление.

Составим из этих деталей замкнутую электрическую цепь (фиг. 267,*а*). Сопротивление *R* подбираем такой величины, чтобы стрелка прибора давала отклонение на всю шкалу. Если известны напряжения источника тока и чувствительность прибора, то величину этого сопротивления (приближенно) можно подсчитать по той же формуле, по которой мы рассчитывали величину добавочного сопротивления к вольтметру (см. стр. 185).

Когда стрелка прибора будет установлена на последнее деление шкалы, следует разорвать цепь, а образовавшиеся при этом концы проводников снабдить зажимами или гнездами (фиг. 267,*б*). Получится простой омметр, при помощи которого можно измерять сопротивления, подключая их к гнездам R_x. Но прежде его шкалу нужно отградуировать в омах. Для этого к гнездам прибора нужно подключать различные сопротивления известной величины, а получающееся при этом отклонение стрелки помечать на шкале.

Сначала к гнездам R_x надо присоединить сопротивление, например, 100 *ом*. Сопротивление вновь получившейся замкнутой цепи будет больше на величину сопротивления, включенного в цепь. Соответственно и ток в цепи будет меньше — стрелка прибора не отклонится до конца шкалы. Это положение стрелки нужно отметить на шкале и записать, что оно соответствует сопротивлению 100 *ом* (фиг. 268).

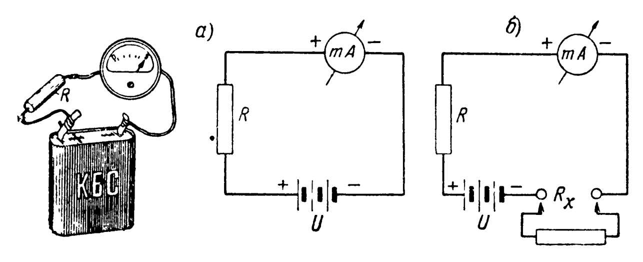
Если теперь к гнездам присоединить сопротивление 200 *ом*, стрелка прибора отклонится еще меньше. Это положение стрелки надо считать соответствующим сопротивлению 200 *ом*. Далее, можно присоединять поочередно сопротивления величиной 500, 1 000, 2 000 *ом* и т. д. и отмечать получающиеся в каждом случае отклонения стрелки.

Так из миллиамперметра делают омметр.

Если теперь к гнездам R_x присоединить неизвестное сопротивление, то, пользуясь отградуированной шкалой прибора, можно узнать величину этого сопротивления.

Если гнезда R_x соединить накоротко, стрелка прибора установится на последнем делении шкалы. Это соответствует «нулю» омметра. «Нуль» же бывшего миллиамперметра в омметре будет соответствовать очень большому сопротивлению, включенному между гнездами R_x.

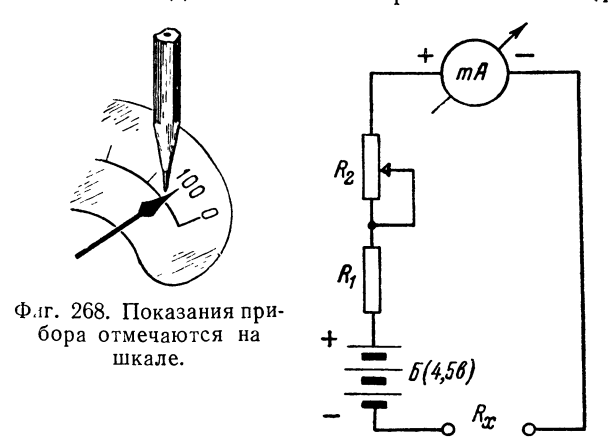
Показания омметра будут правильными до тех пор, пока напряжение батарейки остается таким, при котором производилась его градуировка. С уменьшением напряжения батарейки, например по мере ее разряда, стрелка прибора уже не будет устанавливаться на «нуль»



Фиг. 267. Схема простого омметра.

и омметр будет давать неточные показания. В этом заключается недостаток простейшего омметра, сделанного по схеме фиг. 267,*б*.

Этот недостаток устранен в омметре, схема которого показана на фиг. 269. Здесь последовательно с добавочным сопротивлением R_1



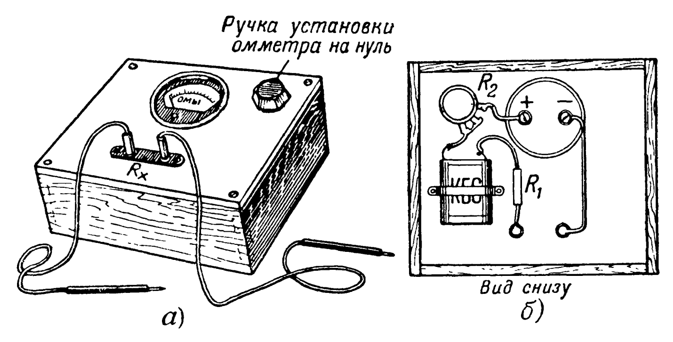
Фиг. 268. Показания прибора отмечаются на шкале.

Фиг. 269. Практическая схема омметра.

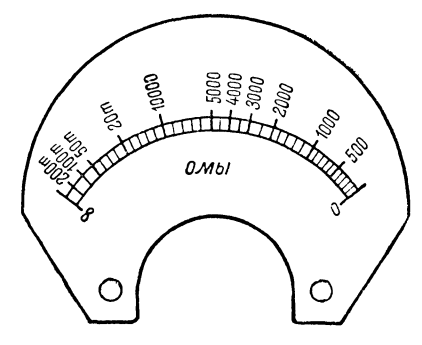
включено переменное сопротивление R_2. Задачей второго сопротивления является поддержание постоянства тока в цепи при установке стрелки омметра на «нуль». При свежезаряженной батарейке, когда ее напряжение равно 4,5 *в*, в цепь вводится бо́льшая часть сопротивления R_2. По мере разряда батарейки величину этого сопротивления уменьшают. Таким образом, уменьшая общее сопротивление цепи омметра с уменьшением напряжения батарейки, имеем возможность добиваться требуемой величины тока для установки стрелки омметра на «нуль». Это переменное сопротивление обычно называют сопротивлением для установки омметра на «нуль».

Величина переменного сопротивления омметра должна составлять $^1/_{10}$—$^1/_8$ часть величины постоянного добавочного сопротивления. Если, например, добавочное сопротивление по расчету должно быть 4 500 *ом*, то переменное сопротивление R_2 надо взять 500—600 *ом*, а сопротивление R_1 4 000—3 900 *ом*. При этом надобность в точной подгонке величины сопротивления R_1 отпадает.

На фиг. 270 показаны устройство и монтаж омметра, который выполнен по схеме фиг. 269. В нем использованы: миллиамперметр на ток в 1 *ма*, сопротивление $R_1 = 4\,000$ *ом*, переменное сопротивление $R_2 = 500$ *ом* и батарейка от карманного фонаря напряжением 4,5 *в*. Он смонтирован на гетинаксовой панельке, служащей одновременно крышкой ящичка. Ось переменного сопротивления снабжена ручкой.



Фиг. 270. Внешний вид (*а*) и монтажная схема (*б*) омметра.



Фиг. 271. Образец шкалы омметра.

Градуировка шкалы омметра производится, как было указано выше, по сопротивлениям с заведомо известными величинами, а еще лучше при помощи магазина сопротивлений (имеется в физическом кабинете школы). Измерение сопротивлений производится при помощи щупов.

Омметром, в котором использованы прибор чувствительностью 1 *ма* и батарейка напряжением 4,5 *в*, можно с достаточной точностью измерять сопротивления в пределах от нескольких сотен ом до 0,1—0,2 *мгом*. На фиг. 271 показан образец проградуированной шкалы омметра с таким прибором.

Пользование омметром несложно. Всякий раз перед измерениями сопротивления надо устанавливать стрелку омметра на «нуль», замкнув накоротко оголенные концы щупов. Затем, касаясь щупами выводов измеряемого сопротивления, определяют его величину по градуированной шкале прибора.

С течением времени стрелка прибора не будет устанавливаться на «нуль». Это будет указывать на то, что батарейка разрядилась и ее нужно заменить новой.

Применения омметра

При помощи омметра можно не только определять величины сопротивлений, но и давать оценку исправности и качества многих деталей.

Омметром, например, можно проверить, нет ли обрыва в контурных катушках, в катушках громкоговорителя, телефона, трансформатора, выяснить не замыкаются ли между собой катушки или обмотки трансформатора.

При помощи омметра можно определить выводы обмоток трансформатора, а по величине сопротивлений обмоток судить об их назначении.

Омметром можно проверить, не оборвана ли нить накала лампы, не соединяются ли между собой электроды лампы.

Замыкания в монтаже или между обкладками конденсатора, прочность контактных соединений и многое другое также можно определять омметром.

Запомните, как ведет себя омметр при испытании конденсаторов. Если прикоснуться щупами омметра к выводам конденсатора большой емкости (более 0,5 *мкф*), стрелка омметра даст мгновенно небольшое отклонение и сейчас же возвратится в положение очень большого сопротивления. Это отклонение получается за счет тока заряда конденсатора. Толчок стрелки будет тем больше, чем больше емкость конденсатора.

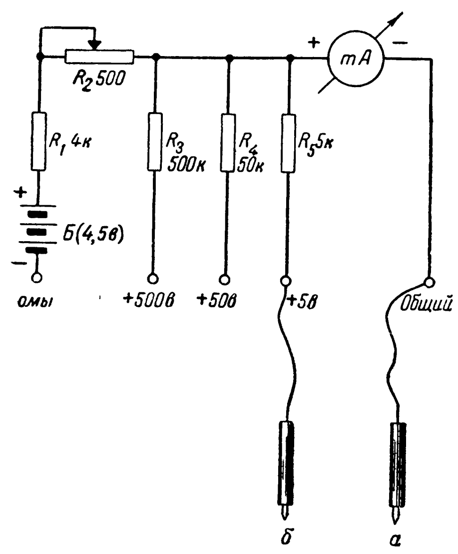
При испытании конденсаторов малой емкости этих толчков стрелки не будет, так как их зарядный ток мал.

Если при испытании конденсатора стрелка омметра отклоняется до «нуля», значит конденсатор пробит; если же омметр после отклонения стрелки от тока заряда покажет сопротивление, значит конденсатор имеет утечку. Разумеется, такие конденсаторы монтировать в приемник нельзя.

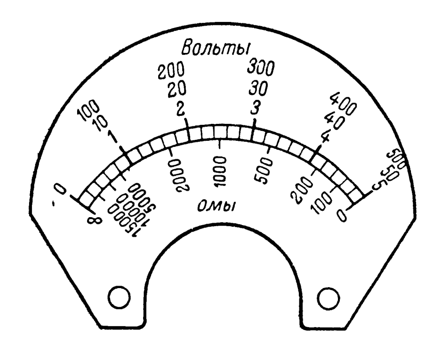
Вы, наверное, обратили внимание на то, что в вольтметре и омметре, о которых мы рассказали, использовались совершенно одинаковые стрелочные приборы. Невольно напрашивается вопрос: нельзя ли вольтметр и омметр объединить в одном приборе? Можно!

Вольт-омметр

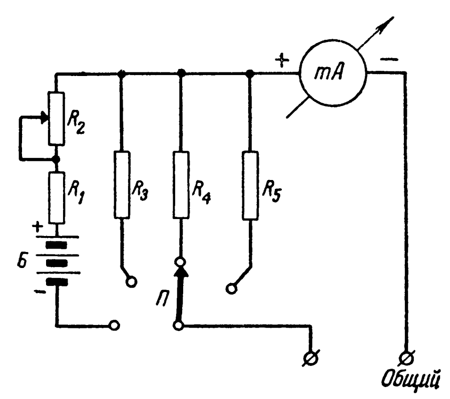
Принципиальная схема такого прибора приведена на фиг. 272. Здесь батарейка *Б*, добавочное сопротивление R_1 и переменное сопротивление R_2, а также миллиамперметр относятся к схеме омметра, а добавочные сопротивления R_3, R_4, R_5 и тот же миллиамперметр — к схеме вольтметра постоянного тока. Получилась комбинированная схема, в которой один и тот же прибор используется либо как вольтметр, либо как омметр.



Фиг. 272. Схема простого вольт-омметра.



Фиг. 273. Образец шкалы вольт-омметра.



Фиг. 274. Схема вольт-омметра с переключателем.

Такие приборы называют вольт-омметрами.

Изготовление и градуировка вольт-омметра ничем не отличаются от указанных выше вольтметра и омметра. Надо только выбрать подходящий электроизмерительный прибор, рассчитать и подобрать сопротивления к нему, продумать конструкцию в соответствии с рекомендуемым положением прибора (вертикальную или горизонтальную). Величины сопротивлений, указанные в схеме фиг. 272, соответствуют прибору с чувствительностью 1 *ма*. Образец проградуированной шкалы вольтметра с таким прибором показан на фиг. 273.

Для приборов иной чувствительности величины добавочных сопротивлений надо пересчитать.

Если у радиолюбителей окажется прибор с хорошей заводской шкалой, но не на пять, а, например, три или восемь делений, ее целесообразнее сохранить. В этом случае надо изменить только пределы измерений вольтметра так, чтобы они были кратны делениям шкалы, например: 3, 30, 300 *в*. Шкалу же омметра можно вычертить на отдельном кусочке плотной бумаги и укрепить на передней стенке ящика вольт-омметра.

Проводники пробников-щупов желательно сделать разноцветными, например черным и красным. Первый будет всегда общим (минус прибора) для любых измерений, а второй — переключающимся (плюс прибора) в зависимости от рода и пределов требуемых измерений.

Гнезда прибора можно заменить контактами надежного переключателя на требуемое число положений, как это показано на фиг. 274.

Мы здесь рассказали только о наиболее простых измерительных приборах, которые надо завести начинающим радиолюбителям. Эти приборы помогут не только проверить или испытать детали в цепи приемника, но и хорошо наладить его.

Советуем прочитать:

Г. А. Сницерев, Простейшие измерения (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1950.

Р. М. Малинин, Самодельные омметры, авометры (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1949.

В. А. Орлов, Измерительная лаборатория радиолюбителя (Массовая радиобиблистека), Госэнергоиздат, 1951.

Беседа двадцать седьмая

ИСПЫТАНИЕ И НАЛАЖИВАНИЕ РАДИОПРИЕМНИКА

Смонтировав приемник даже строго по принципиальной схеме, еще нельзя сказать, что он готов. Он будет готов только по окончании его испытания и налаживания.

Первое включение и налаживание радиоприемника — наиболее ответственные и в то же время интересные моменты в конструкторской деятельности радиолюбителя. Если радиолюбитель хорошо представляет себе назначение каждой детали, работу каждого каскада и приемника в целом, он успешно справится с налаживанием.

После того как приемник смонтирован, рекомендуем как следует встряхнуть его 2—3 раза. Пусть лучше в это время отлетят плохо припаянные или укрепленные детали и проводники, нежели искать ненадежные соединения в процессе налаживания.

Затем путем «прогулок» по цепям приемника монтаж нужно тщательно сверить со схемой.

Испытание и налаживание приемника должны производиться в определенной последовательности, по его частям. Сначала испытываются выпрямитель и оконечный каскад. После этого налаживаются вся низкочастотная часть приемника и детекторный каскад. Наконец, испытывается и налаживается каскад усиления высокой частоты. И только после того как приемник будет хорошо работать, он монтируется в ящик.

Для примера расскажем по порядку о налаживании сетевого трехлампового приемника, схема которого приведена на фиг. 242.

Выпрямитель и выходной каскад

Прежде всего надо испытать силовой трансформатор, проверить цепи накала ламп. Для этого вынимаются из панелек все приемно-усилительные и выпрямительная лампы. Остается только лампочка, освещающая шкалу. Проверяются наличие предохранителя и правильность включения сетевой обмотки в соответствии с напряжением сети. Сигнальная лампочка при включении трансформатора в сеть должна загореться полным накалом. Трансформатор остается включенным 5—8 мин.; он не должен нагреваться, а предохранитель не должен перегорать. За это время можно проверить наличие напряжения на гнездах накала ламповых панелек. Если нет вольтметра переменного тока, к гнездам накала всех ламповых панелек поочередно присоединяют при помощи изолированных проводников лампочку накаливания на напряжение 6,3 *в*, подобную той, которая используется для освещения шкалы. Она должна гореть полным накалом. Несколько слабее она будет гореть при присоединении ее к гнездам накала панельки кенотрона (между этими гнездами меньшее напряжение).

Перегорание предохранителя или нагрев трансформатора свидетельствуют, что в цепях обмоток трансформатора имеется короткое замыкание. Если в монтаже ошибок нет, а новый предохранитель перегорает даже при отпаянных проводниках, идущих от трансформатора к монтажу, значит неисправность кроется внутри самого трансформатора.

При отсутствии этих неполадок можно выключить трансформатор, вставить выходную и выпрямительную лампы и вновь включить трансформатор. Другие лампы пока не включаются. Через 40—50 сек. (время прогрева ламп) в громкоговорителе должен быть слышен слабый гул. Если дотронуться до управляющей сетки (отверткой) выходной лампы, в динамике будет слышен значительный гул — признак того, что лампа работает.

При помощи вольтметра постоянного тока можно измерить напряжения на выходе выпрямителя, аноде и экранирующей сетке выходной лампы ($Л_3$), а также ее напряжение смещения (на катодном сопротивлении R_9). Эти примерные напряжения указаны на принципиальной схеме приемника (см. фиг. 242). Для этого отрицательный полюс вольтметра присоединяют к зажиму «земля», т. е. к общему минусу приемника, а щупом, соединенным с положительным полюсом вольтметра, поочередно прикасаются к тем точкам, напряжение на которых необходимо замерять (к гнезду анода, экранирующей сетки и т. п.).

В зависимости от используемого силового трансформатора напряжение на выходе выпрямителя может быть в пределах 230—300 *в*. Такое же напряжение должно быть на экранирующей сетке выходной лампы. Несколько большее напряжение будет на обкладках конденсатора сглаживающего фильтра, включенного до дросселя (или катушки подмагничивания электродинамического громкоговорителя) выпрямителя.

Напряжение на аноде выходной лампы ($Л_3$) должно быть на 10—15 *в* меньше, чем выпрямленное напряжение (часть напряжения теряется на сопротивлении первичной обмотки выходного трансформатора).

Установив, что выпрямитель и выходная лампа работают, можно вставить в соответствующую панельку детекторную лампу ($Л_2$) и приступить к испытанию и налаживанию всей низкочастотной части приемника.

Низкочастотная часть и детектор

Как только детекторная лампа прогреется, надо дотронуться до ее управляющей сетки или незаземленного гнезда звукоснимателя. В динамике при этом должен быть слышен сильный гул со свистом — рев, который является первым признаком нормальной работы всей низкочастотной части приемника.

Качество работы усилителя низкой частоты лучше всего проверять по воспроизведению граммофонной записи при помощи звукоснимателя. Для этого звукосниматель включают в гнезда *Зв* и проигрывают новую граммофонную пластинку новой иглой. (Когда используют пьезоэлектрический звукосниматель, параллельно его выводам включают сопротивление 0,1—0,2 *мгом*, иначе на сетку не будет подаваться напряжение смещения.) Запись с граммофонной пластинки должна звучать громко, без искажений. Если при включении звукоснимателя появится свист, надо поменять местами его выводы на гнездах *Зв*. Свист может возникнуть также из-за близости проводников звукоснимателя и проводников анодной цепи выходной лампы. Их надо разносить по возможности дальше.

При вращении ручки переменного сопротивления R_8, являющегося регулятором громкости звук будет плавно изменяться от наименьшей до наибольшей громкости. Нарастание звука должно быть при вращении ручки в направлении движения часовой стрелки. При обратном изменении громкости звука надо поменять местами (перепаять) проводники, подведенные к крайним выводам переменного сопротивления R_8.

Если все произойдет так, как сказано выше, значит низкочастотная часть приемника работает хорошо.

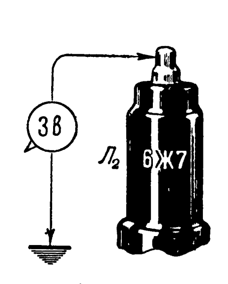
Однако не всегда все бывает так благополучно. Бывает, что дотрагиваешься до сетки детекторной лампы, а гула нет. Думаешь, что регулятор громкости выведен, изменишь его положение, вновь дотронешься до сетки этой лампы, а гула опять нет. Попробуешь дотронуться до сетки выходной лампы — гул есть, значит выходная лампа работает. В таких случаях подозрение падает прежде всего на плохое качество детекторной лампы. Надо проверить исправность ее нити накала или заменить лампу другой.

Если и новая лампа не будет работать, надо проверить, нет ли соединения между ее управляющей сеткой и общим минусом приемника. Такое соединение может произойти через экранирующий колпачок вывода сетки из-за плохого качества конденсатора, включенного в цепь сетки (C_{11}).

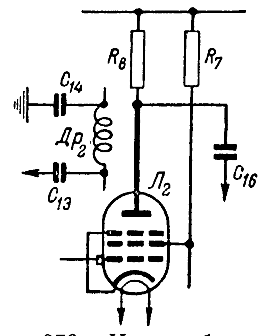
Причины этих неисправностей можно установить, сняв колпачок с лампы и соединив звукосниматель одним выводом с общим минусом, а другим — с управляющей сеткой этой лампы (фиг. 275). Если и при таком включении звукоснимателя усилитель не работает, можно предположить, что сопротивление смещения (R_5) имеет слишком большую величину или существует разрыв в цепи катода. Надо попробовать замкнуть это сопротивление накоротко.

Но и эти подозрения могут не оправдаться. Тогда неполадки надо искать в деталях анодной цепи: дросселе $Др_2$, сопротивлении R_6, конденсаторе C_{14} или цепи обратной связи. Обмотка дросселя может быть оборвана или один из его выводов соединен через экран с минусом, сопротивление R_6 может оказаться перегоревшим, конденсатор C_{14} — пробитым, а цепь обратной связи — заземленной. Достаточно одной из этих неполадок, чтобы каскад не работал. Эти неисправности легче всего выявить при помощи вольтметра и омметра. Пользоваться омметром можно только при выключенном питании приемника.

Отсутствие напряжения на аноде лампы свидетельствует о неисправности ее деталей или наличии замыканий. Цепь обратной связи, а также дроссель высокой частоты $Др_2$, поскольку они в работе усилителя при воспроизведении граммофонных записей не принимают участия, можно временно исключить из схемы, припаяв нагрузочное сопротивление (R_6) непосредственно к аноду лампы $Л_2$, как это показано на фиг. 276.



Фиг. 275. Присоединение звукоснимателя непосредственно к управляющей сетке.



Фиг. 276. Цепь обратной связи и дроссель высокой частоты можно из схемы временно исключить.

Работу детекторной лампы приемника как усилителя можно проверить при помощи простейшего испытателя (см. стр. 181) при проигрывании граммофонных пластинок, не исключая указанных выше деталей.

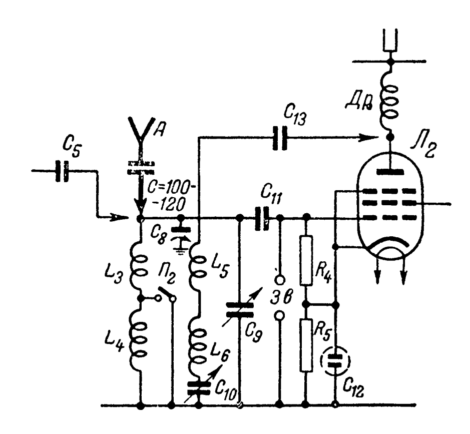
Для этого испытатель присоединяют одним щупом к аноду, а другим — к общему плюсу (3-е включение). Если при этом услышим громкий звук, то испытатель надо включить (по схеме 2-го включения) между анодом лампы или точкой соединения дросселя с нагрузочным сопротивлением и общим минусом. Если во втором случае в телефоне также ничего не будет слышно, это укажет на обрыв анодной цепи.

Если ни при одном из указанных включений испытателя не будет слышно усиленного звука, значит анодная цепь заземлена через одну из деталей. Убедиться в этом можно, отпаяв от анодного гнезда все проводники и включив телефон между анодом и общим плюсом.

После этого находят неполадки и восстанавливают монтаж анодной цепи.

Чтобы убедиться в исправности цепи обратной связи, нужно попробовать ее присоединить, но пока не припаивать.

Когда низкочастотная часть будет нормально работать, можно при помощи испытателя прослушать весь путь усиления колебаний низкой частоты от звукоснимателя до громкоговорителя. Для этого один щуп испытателя присоединяем к зажиму «земля» (к общему минусу), а другим щупом (по схеме 2-го включения) поочередно прикасаемся к различным точкам схемы низкочастотной части приемника. Прикоснувшись к незаземленному гнезду звукоснимателя, услышим слабую его работу. Этот звук, усиленный в десятки раз, услышим, прикоснувшись к аноду лампы $Л_2$ или нижнему концу сопротивления R_6, к конденсатору C_{16}, к управляющей сетке $Л_3$. Еще более сильный звук получим в телефоне, если прикоснемся щупом к аноду выходной лампы.



Фиг. 277. Испытание высокочастотной части детекторного каскада.

Испытатель можно присоединить и параллельно вторичной обмотке выходного трансформатора, но в телефоне будет слышен слабый звук, так как выходной трансформатор является понижающим. Таким включением надо воспользоваться только для того, чтобы проверить, подается ли напряжение на звуковую катушку электродинамического громкоговорителя.

Теперь можно проверить работу лампы $Л_2$ как детектора. Для этого антенну нужно присоединить к колебательному контуру, соединенному с управляющей сеткой лампы $Л_2$, через конденсатор емкостью 100—120 *пф*, как показано на фиг. 277, и подключить к приемнику заземление. Переходной конденсатор C_5 следует временно отключить; цепь обратной связи, если она отключена, пока включать не нужно.

Прослушивая сначала средневолновый, а затем длинноволновый диапазон, устанавливаем правильность включения контурных катушек и надежность контактов в переключателе диапазонов. Контур можно проверить и отдельно при помощи испытателя.

Убедившись в том, что контур исправен, надо включить цепь обратной связи и отрегулировать ее на возникновение генерации.

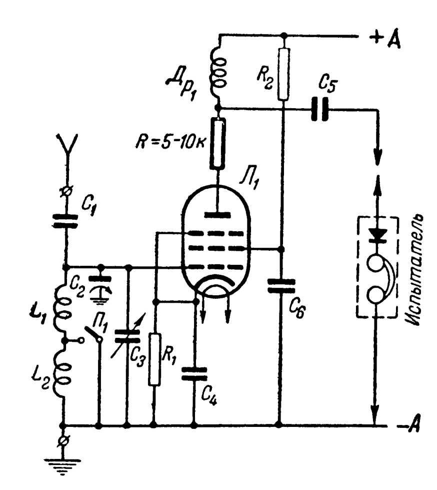
В этой части приемника неполадок не бывает, за исключением неправильного включения катушки обратной связи, что устраняется переменой мест включения ее концов.

Когда приемник будет нормально работать на обоих диапазонах, нужно, не отключая антенны от контура детекторного каскада, припаять к контуру конденсатор C_5. Если при этом не произойдет никаких изменений, можно вставить лампу каскада усиления высокой частоты, а антенну включить в предназначенное для нее гнездо.

Испытание каскада усиления высокой частоты

Не исключена возможность, что после включения высокочастотной части приемника возникнет самовозбуждение, которое не будет прекращаться при уменьшении емкости конденсатора обратной связи.

Самовозбуждение можно ликвидировать включением между анодом лампы $Л_1$ и дросселем $Др_1$ сопротивления величиной 5—10 *ком* или увеличением сопротивления цепи экранирующей сетки (R_2) до 0,15—0,2 *мгом* (фиг. 278).



Фиг. 278. Испытание каскада усиления высокой частоты.

Если возникнут другие неполадки, каскад усиления высокой частоты можно проверить отдельно. Для этого конденсатор C_5 нужно отключить от второго колебательного контура, а между минусом и свободным концом этого конденсатора включить испытатель, как показано на фиг. 278. Входной колебательный контур этого каскада можно проверить отдельно при помощи того же испытателя.

В каскаде усиления высокой частоты могут быть такие неисправности: обрыв или замыкание дросселя $Др_1$ через экран на минус, замыкание обкладок конденсатора C_7 ячейки развязывающего фильтра (в обоих случаях греется сопротивление R_3), разрыв цепи катода. При любой из этих неисправностей каскад работать не будет. Выявляются эти неполадки при помощи вольтметра и омметра.

Работа приемника проверяется в обоих диапазонах. При этом приема многих станций может и не быть, потому что контуры приемника не настроены в резонас.

Настройка контуров в резонанс

Чувствительность и избирательность приемника с двумя настраивающимися колебательными контурами зависят от резонанса этих контуров, которого при первом испытании приемника обычно не бывает.

Настройку контуров в резонанс лучше всего производить при помощи градуированного гетеродина, дающего модулированные колебания высокой частоты. Такие приборы обычно имеются в радиолабораториях станций юных техников, Дворцов и Домов пионеров, в радиоклубах.

При отсутствии гетеродина подстройку контуров придется делать при приеме радиостанций. Но в этом случае под руками надо иметь заводский приемник, по которому контролируется настройка самодельного приемника.

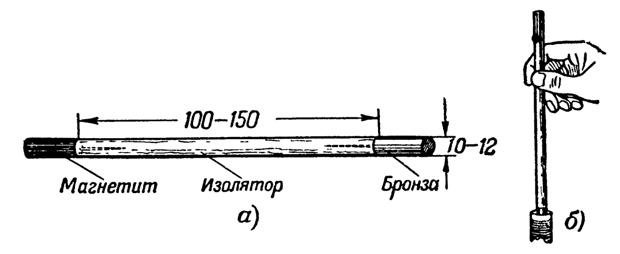
При настройке контуров в резонанс большую услугу окажет испытательная палочка, устройство которой показано на фиг. 279. Это — эбонитовая или сухая деревянная палочка длиной 100—150 *мм*. С одного ее конца укреплен магнетитовый или другой высокочастотный сердечник, а с другого — кусочек латуни, красной меди или бронзы. Диаметр палочки определяется имеющимся сердечником и обычно равен 10—12 *мм*. Лучше будет, если найдется сердечник диаметром 16—18 *мм*.

Если палочку вводить внутрь каркаса катушки высокочастотным наконечником (фиг. 279,*б*), то от этого индуктивность катушки увеличивается; при введении же медного наконечника индуктивность катушки уменьшается. Используя это замечательное свойство палочки, нетрудно определить, в какую сторону надо изменять индуктивность контуров, т. е. отматывать или доматывать катушку одного из контуров, чтобы добиться настройки их в резонанс.

Перед настройкой контуров в резонанс необходимо сначала определить, перекрывает ли второй контур средневолновый и длинноволновый диапазоны волн. Для этого антенна через конденсатор емкостью не более 25—30 *пф* присоединяется к этому колебательному контуру, а подстроечный конденсатор C_8 устанавливается в положение средней емкости.

Надо попытаться принять радиостанции, длины волн которых близки к концу каждого диапазона, т. е. около 500—550 *м* на средневолновом и около 1 800—2 000 *м* на длинноволновом диапазонах. Эти станции должны быть слышны при почти полностью введенных подвижных пластинах конденсатора переменной емкости (C_9). Уточнить длину волны принятой радиостанции можно по контрольному (заводскому) радиоприемнику.

Может случиться, что станции, работающие на наиболее длинных волнах каждого диапа-



Фиг. 279. Испытательная палочка (*а*) и пользование ею (*б*).

зона, будут слышны, когда емкость конденсатора настройки введена далеко неполностью, или станции слабо слышны при полностью введенных его пластинах. В первом случае это означает, что индуктивность катушек слишком велика, а во втором — слишком мала.

Проверить это можно испытательной палочкой. Надо ввести внутрь катушки в первом случае медный наконечник, а во втором — магнетитовый. Мы увидим, как по мере введения в катушку наконечника при одновременном изменении емкости переменного конденсатора настройка на радиостанцию будет приближаться к ее «законному» местоположению на шкале приемника.

Ориентируясь по работающим станциям и изменяя числа витков контурных катушек, подгоняем их индуктивность с таким расчетом, чтобы станции, работающие на наиболее длинных волнах данного диапазона, «встали» на свои места на шкале приемника. Подгонку надо начинать с катушки средневолнового диапазона, т. е. с катушки L_3. Отматывать витки катушки надо небольшими «порциями» — по 3—5 витков, проверяя каждый раз настройку приемника. Если нужно увеличить индуктивность катушки, рекомендуем домотать сразу 20—25 витков, а затем подгонять ее сматыванием. Это избавит от излишних спаек.

Когда подгонка средневолнового диапазона будет закончена, переключатель ставится в положение длинных волн и таким же способом (изменением числа витков катушки L_4) производится подгонка длинноволнового диапазона.

Число смотанных или домотанных витков надо записывать, чтобы при подгонке катушек входного контура внести такую же поправку.

Теперь необходимо подстроить в резонанс оба контура приемника.

Сначала делаем подстройку катушек средневолнового диапазона. Настроившись на какую-нибудь радиостанцию, работающую в начале этого диапазона, и вращая винт подстроечного конденсатора входного контура, добиваемся наибольшей громкости приема. Возможно, что сразу не удастся получить ясно выраженный резонанс. Тогда надо поставить подстроечный конденсатор (C_2) в положение, близкое к резонансу, и подогнать индуктивность катушки в конце диапазона. Для этого, перестроив приемник на наиболее длинноволновую станцию этого диапазона, при помощи испытательной палочки определяем, в какую сторону надо изменить индуктивность катушки L_1, чтобы настроить первый контур в резонанс со вторым. Отматыванием или доматыванием витков этой катушки надо добиться наибольшей громкости, что будет соответствовать резонансу. Точный резонанс контуров будет, когда при введении любого конца испытательной палочки громкость уменьшается.

Перестроившись на радиостанцию начала этого же диапазона, подстроечным конденсатором C_2 вновь добиваемся резонанса. Не исключена возможность, что и теперь не удастся получить резонанс. Может, например, случиться, что хотя при уменьшении емкости конденсатора C_2 громкость приема и будет возрастать, но резонанса все же не будет, даже при наименьшей его емкости. Тогда следует увеличить емкость подстроечного конденсатора детекторного контура (C_8) и вновь добиваться резонанса конденсатором C_2.

Может также оказаться, что в начале диапазона громкость приема будет возрастать при увеличении емкости подстроечного конденсатора C_2, но резонанса не будет даже тогда, когда его емкость наибольшая. В этом случае нужно уменьшить емкость конденсатора C_8 и снова добиваться резонанса изменением емкости конденсатора C_2.

После этого надо вновь проверить резонанс в конце диапазона и, если будет необходимость, изменить число витков средневолновой катушки входного контура.

Точно так же подстраиваются в резонанс оба контура на длинноволновом диапазоне. Здесь потребуется подстройка только в конце диапазона, так как резонанс в начале его обеспечивается подстройкой средневолнового диапазона. При этом изменяется только индуктивность катушки L_2.

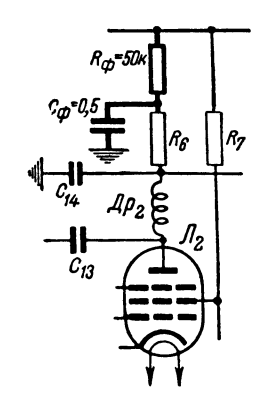
Подстройку контуров в резонанс надо производить при приеме слабо слышимых станций, которым не мешают другие станции. При таких условиях подстройка будет точнее.

У читателей может создаться впечатление чрезвычайной сложности подстройки контуров в резонанс. На самом деле она осуществляется значительно проще, так как многие неприятности, о которых мы рассказали, могут и не иметь места. Но если даже и придется много «повозиться» с подстройкой, то труд окупится хорошей работой приемника.

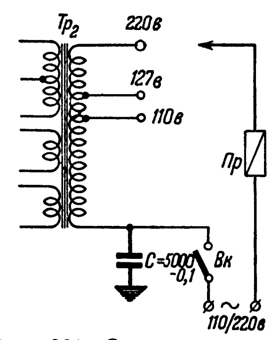
Хорошо настроенный приемник должен обладать высокими избирательностью и чувствительностью. Только при этих условиях он обеспечит громкий прием многих радиостанций.

Устранение самовозбуждения

В этой беседе мы предлагали устранить самовозбуждение путем включения сопротивления в анодную цепь лампы усилителя высокой частоты и увеличения сопротивления в цепи экранирующей сетки этой лампы. Теперь, ког-



Фиг. 280. Включение ячейки развязывающего фильтра в анодную цепь детекторной лампы.



Фиг. 281. Заземление электросети через конденсатор снижает фон переменного тока.

да контуры настроены в резонанс, эту часть схемы нужно восстановить.

Если после этого вновь появляется самовозбуждение, проявляющее себя свистами, не поддающимися регулировке конденсатором обратной связи, надо попробовать экранировать контурные катушки, а экраны заземлить. Затем нужно отключить цепь обратной связи или замкнуть накоротко катушки обратной связи. Прекращение генерации во втором случае укажет на необходимость уменьшения числа витков катушек обратной связи. Но бывает, что и при отключенной цепи обратной связи приемник продолжает самовозбуждаться. Тогда надо проверить, хорошо ли заземлены баллоны ламп и экраны.

Для выяснения причины самовозбуждения можно вынуть из панельки лампу каскада усиления высокой частоты. Если при этом свист прекратится, значит причина самовозбуждения кроется в данном каскаде. В этом случае придется увеличить сопротивление в цепи экранирующей сетки (R_2) или сопротивление развязывающей ячейки R_3 до 30 *ком*.

Но приемник иногда самовозбуждается даже при отключенной цепи обратной связи. В этом случае надо сначала увеличить емкость конденсатора C_{14} до 300—350 *пф*. Если это не поможет, то нужно попробовать увеличить емкость конденсатора C_{18} до 7—8 тыс. *пф*, а также присоединить параллельно электролитическому конденсатору C_{19} бумажный конденсатор емкостью 0,1—0,25 *мкф*.

Иногда возникает самовозбуждение низкочастотной части приемника, проявляющее себя шумом, напоминающим работу моторной лодки. В таких случаях рекомендуется в анодную цепь детекторной лампы включить развязывающий фильтр из сопротивления $R_ф$ и конденсатора $C_ф$, как это показано на фиг. 280. Конденсатор $C_ф$ может быть бумажным или электролитическим емкостью не менее 0,5 *мкф* на рабочее напряжение 150—250 *в*.

Указанных мер обычно бывает достаточно для полной ликвидации самовозбуждения приемника.

Устранение фона переменного тока

Фон переменного тока проявляет себя ровным не изменяющимся по силе гулом низкого тона. Если работа приемника сопровождается таким фоном, надо прежде всего проверить, заземлена ли обмотка накала ламп, попробовать увеличить емкость конденсаторов сглаживающего фильтра выпрямителя.

Для борьбы с фоном переменного тока бывает полезно заземлить металлический корпус электродинамического громкоговорителя и один из выводов его звуковой катушки.

В ряде случаев снижению и даже полному устранению фона переменного тока способствует заземление сетевой обмотки силового трансформатора через слюдяной или бумажный конденсатор емкостью от 5—10 тыс. *пф* до 0,1 *мкф* (фиг. 281). Рабочее напряжение этого конденсатора должно быть не менее 1 000—1 500 *в*. Устранению фона способствует также хорошее заземление.

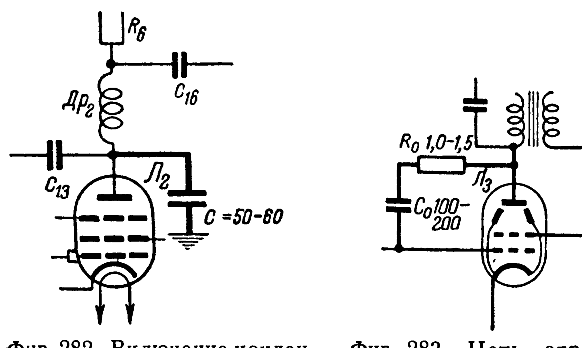
Окончательная регулировка приемника

Она сводится к установлению нормального режима работы ламп, регулировке обратной связи, включению регулятора тембра звука. Режим работы ламп устанавливается соответствующим подбором величин сопротивлений смещения и цепей экранирующих сеток ламп.

Рекомендуемый режим ламп указан на принципиальной схеме (см. фиг. 242). Чтобы увеличить напряжения смещений ламп, надо увеличить сопротивления: R_1 — для лампы $Л_1$; R_5 — для лампы $Л_2$; R_9 — для лампы $Л_3$. Уменьшение величин этих сопротивлений ведет к снижению соответствующих напряжений смещения.

Увеличения напряжений на экранирующих сетках ламп достигают уменьшением величин сопротивлений в их цепях.

Увеличение напряжения на экранирующих сетках до некоторого предела способствует повышению усиления, но при этом возрастает склонность приемника к самовозбуждению. Однако тщательно налаженный приемник хорошо работает и при сравнительно низких напряжениях на экранирующих сетках.



Фиг. 282. Включение конденсатора для улучшения плавности регулирования обратной связи.

Фиг. 283. Цепь отрицательной обратной связи.

Работа обратной связи зависит от напряжений на электродах детекторной лампы. Возникновение генерации должно сопровождаться мягким щелчком, а исчезать (срываться) генерация должна без затягивания.

Для достижения этого рекомендуем заняться подбором емкости конденсатора C_{11} и сопротивления R_4. Пробуйте изменять емкость конденсатора C_{11} в пределах 50—300 *пф*, а сопротивление R_4 от 300 *ком* до 2 *мгом*. Уменьшая емкость, увеличивайте сопротивление, и наоборот. Кроме того, полезно бывает включить между анодом детекторной лампы и минусом приемника конденсатор емкостью 50—60 *пф* (фиг. 282).

Цепь регулировки тембра звука включается в последнюю очередь.

На фиг. 283 показана схема включения цепи так называемой о т р и ц а т е л ь н о й о б р а т н о й с в я з и. Эта цепь состоит из сопротивления R_0 и конденсатора C_0. Она включена между анодом и управляющей сеткой выходной лампы.

При отрицательной обратной связи некоторая часть энергии колебаний низкой частоты подается из анодной цепи лампы в цепь ее управляющей сети. Отрицательная обратная связь в противоположность положительной не повышает, а наоборот, уменьшает усиление, но зато улучшает качество звучания, устраняет искажения. Кроме того, она часто способствует устранению самовозбуждения приемника, уменьшает фон переменного тока. Мы рекомендуем читателям испытать действие отрицательной обратной связи в своих приемниках или усилителях.

Если приемник работает хорошо и подчиняется всем ручным управлениям, его можно вмонтировать в ящик и считать, что он готов.

Большинство практических советов, данных здесь по налаживанию сетевого трехлампового радиоприемника, в равной степени относится и к налаживанию аналогичного батарейного приемника.

Советуем прочитать:

Е. А. Л е в и т и н, Налаживание приемников (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1949.

З. Б. Г и н з б у р г, Как находить и устранять повреждения в приемнике (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1949.

М. Д. Г а н з б у г, Как проверить и наладить радиоприемник (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1954.

Беседа двадцать восьмая

ШКОЛЬНЫЙ РАДИОУЗЕЛ

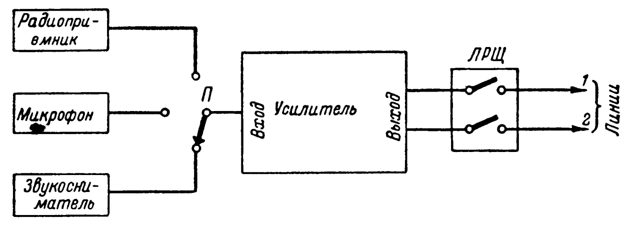
«Говорит школьный радиоузел...» — так во многих школах нашей страны начинают свою работу радиоузлы. Многие из них оборудованы силами радиолюбителей-школьников. С каждым годом увеличивается число радиофицированных школ. Ширится и развивается патриотическое движение советских учащихся-радиолюбителей.

Радиофицировать родную школу и наладить местное школьное вещание — большое, почетное и увлекательное дело. Это будет деловым, благородным ответом на заботу, которую проявляет к вам Родина.

Как работает радиоузел

Радиоузел представляет собой комплект оборудования, при помощи которого можно передавать по проводам сразу во много мест речь, музыку, пение.

Основным оборудованием радиоузла является (см. блок-схему, показанную на фиг. 284): радиоприемник, усилитель низкой частоты с выпрямителем, звукосниматель с механизмом для проигрывания граммофонных пластинок, микрофон с батареей для его питания и линейный распределительный щиток *ЛРЩ*.



Фиг. 284. Блок-схема радиоузла.

Токи низкой частоты от радиоприемника, звукоснимателя или микрофона через переключатель *П* подаются на вход усилителя и усиливаются им до требуемой мощности. Трансляционные линии, к которым присоединяются громкоговорители, установленные у радиослушателей, включаются на выход усилителя через линейный распределительный щиток.

Таким образом, при помощи радиоузла можно передавать широкому кругу слушателей программы радиовещательных станций, концерты граммофонной записи, местные передачи.

Конструкция усилителя радиоузла определяется числом и мощностью громкоговорителей, которые должны быть установлены у радиослушателей. Чем больше радиотрансляционных точек должен питать радиоузел, тем мощнее должен быть его усилитель. Для радиофикации сел, городов используются усилители мощностью в десятки, сотни и тысячи ватт.

Для радиофикации школ используются более простые усилители мощностью 5—20 *вт*, так как они должны обеспечивать работу сравнительно небольшого количества громкоговорителей.

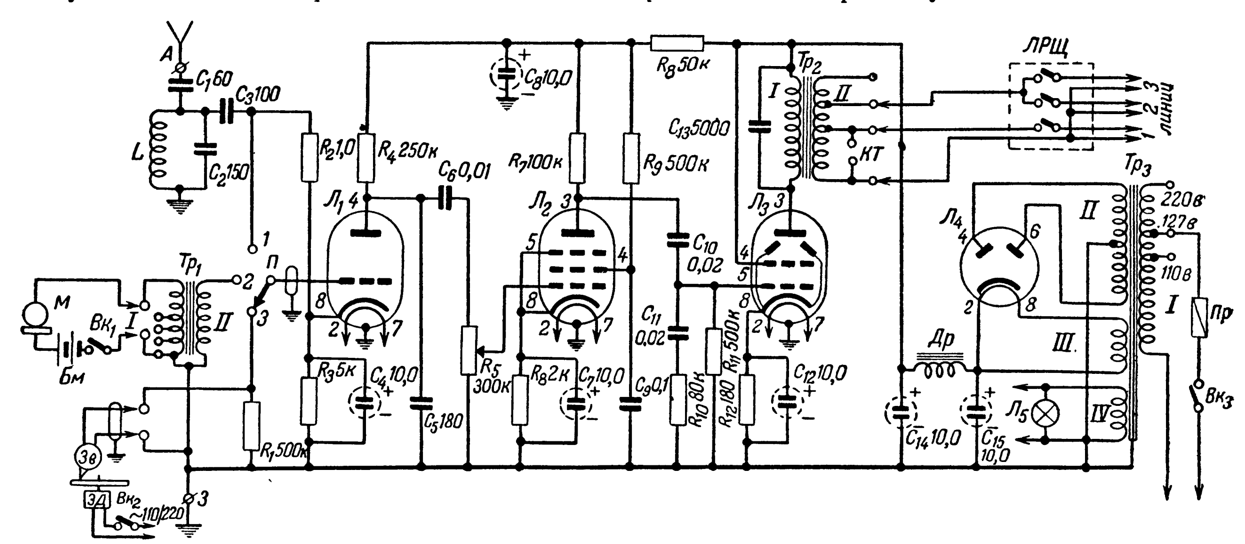
Схема радиоузла

Принципиальная схема простого школьного радиоузла показана на фиг. 285. Основной его частью является трехкаскадный усилитель низкой частоты с выпрямителем. Связь между лампами осуществлена на сопротивлениях. В первом каскаде работает лампа 6Ф5 ($Л_1$), во втором — 6Ж7 ($Л_2$) и в третьем, оконечном — 6П3С ($Л_3$). В выпрямителе используется двуханодный кенотрон 5Ц4С ($Л_4$). Дроссель *Др* и электролитические конденсаторы C_{14} C_{15} образуют сглаживающий фильтр выпрямителя. Нити накала ламп усилителя питаются от обмотки *IV* силового трансформатора *Тр*.

Включение различных видов передач осуществляется переключателем *П*. Когда он установлен на контакт *3*, на вход усилителя включен звукосниматель *Зв*. При этом можно передавать концерты, составленные из пластинок граммофонной записи. Сопротивление R_1 нужно в том случае, если используется пьезоэлектрический звукосниматель; при использовании электромагнитного звукоснимателя это сопротивление из схемы можно исключить. Электродвигатель *ЭД* служит для вращения граммофонных пластинок. Он включается выключателем $Вк_2$.

Если переключатель *П* установить на контакт *2* и замкнуть выключатель $Вк_1$, при разговоре перед микрофоном через первичную обмотку трансформатора $Тр_1$ пойдет пульсирующий ток; он будет индуктировать во вторичной его обмотке переменное напряжение звуковой частоты. Это напряжение будет усилено, как и при работе от звукоснимателя. Трансформатор $Тр_1$ называют **м и к р о ф о н н ы м**. Электродинамический микрофон включается без батареи.

Если переключатель переставить на контакт *1*, то к управляющей сетке лампы $Л_1$ через конденсатор C_3 будет подключен колеба-



Фиг. 285. Принципиальная схема радиоузла.

тельный контур LC_2. В этом случае лампа $Л_1$ будет работать как сеточный детектор. Детектирование осуществляется при помощи конденсатора C_3 и сопротивления R_2.

С выхода усилителя в трансляционные линии подается ток низкой частоты мощностью 5—6 *вт*, что обеспечивает работу около 15 громкоговорителей. В случае, если нужно обслужить большую аудиторию, например актовый или физкультурный зал, все трансляционные линии выключаются, а на выход усилителя включается более мощный электродинамический громкоговоритель, установленный в данном большом помещении. Для него нужно предусмотреть отдельную линию.

Напряжение на анод первой лампы подается через нагрузочное сопротивление R_4, на анод второй лампы — через сопротивление R_7 и на анод выходной лампы — через первичную обмотку выходного трансформатора $Тр_2$. Напряжение на экранирующую сетку лампы $Л_2$ подается через сопротивление R_9; экранирующая сетка лампы $Л_3$ соединена непосредственно с плюсом выпрямителя.

Сопротивление R_8 и конденсатор C_8 образуют ячейку развязывающего фильтра и, кроме того, являются дополнительной ячейкой сглаживающего фильтра выпрямителя для первых двух каскадов усилителя.

Напряжение смещения на сетку лампы $Л_1$ подается с сопротивления R_3 через звукосниматель (или сопротивление R_1, если применяется пьезоэлектрический звукосниматель) или вторичную обмотку трансформатора $Тр_1$. На сетку лампы $Л_2$ смещение подается с сопротивления R_8 через сопротивление R_5, а на сетку лампы $Л_3$ — с сопротивления R_{12} через сопротивление R_{11}. Сопротивления смещения зашунтированы конденсаторами большой емкости (C_4, C_7 и C_{12}).

Конденсаторы C_6 и C_{10} являются разделительными между каскадами усилителя. Конденсатор C_5 — блокировочный. Переменное сопротивление R_5 выполняет роль регулятора громкости.

Конденсатор C_{11} и сопротивление R_{10} образуют цепь, улучшающую тембр звука. Желательный тембр звука подбирают при налаживании усилителя изменением величины сопротивления R_{10}.

Первичная обмотка силового трансформатора *I* включается в сеть выключателем $Вк_3$ через плавкий предохранитель *Пр*. Когда включается питание усилителя, загорается сигнальная лампочка $Л_5$.

Вторичная обмотка выходного трансформатора $Тр_2$ рассчитана для включения громкоговорителей трансляционного типа: «Байкал», «Север», «ДГМ», «ДАГ-1», «ВЭФПЕР-45», «Рекорд» и др. На концах этой обмотки получается напряжение тока низкой частоты около 30 *в*. На это же напряжение рассчитано большинство указанных трансляционных громкоговорителей. Однако в распоряжении наших радиофикаторов могут оказаться громкоговорители, рассчитанные на 15 *в* (например, типа ДГС). Если их включать в одну линию с первыми, то они вследствие своего меньшего сопротивления будут поглощать очень много энергии и работать громче остальных. Чтобы избежать этого, от вторичной обмотки выходного трансформатора сделаны отводы, допускающие включение громкоговорителей, рассчитанных на различные напряжения (фиг. 286). В каждую из трансляционных линий надо включить однородные громкоговорители.

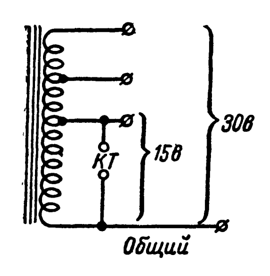
Один из проводов каждой линии присоединен к нижнему (общему) выводу вторичной обмотки трансформатора. Подбор наилучшего звучания громкоговорителей на каждой линии производится присоединением вторых линейных проводов к различным отводам вторичной обмотки. Контрольный телефон включается в гнезда *КТ* на часть вторичной обмотки выходного трансформатора.

Детали

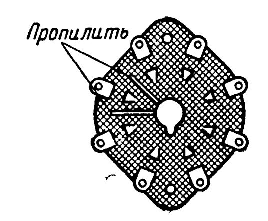
Величины всех сопротивлений и емкости конденсаторов указаны на принципиальной схеме (фиг. 285). Сопротивление R_{12} — проволочное. Сопротивление R_5 — переменное с выключателем для включения усилителя в сеть ($Вк_3$). Остальные сопротивления могут быть любого типа.

Конденсаторы C_8, C_{14} и C_{15} — электролитические на рабочее напряжение 350 *в*; конденсаторы C_4, C_7 и C_{12} также электролитические, но на рабочее напряжение 20—30 *в*. Емкость этих конденсаторов может быть значительно увеличена; это же относится и к конденсатору C_9. Конденсаторы C_6, C_{10} и C_{13} — слюдяные; остальные могут быть любого типа.

Микрофонный трансформатор $Тр_1$ имеет сердечник сечением 2—3 *см*^{2}. Его первичная (микрофонная) обмотка содержит 600 витков провода ПЭЛ или ПЭ 0,2—0,3 *мм* с отводами от 300-го, 400-го и 500-го витков, а вторичная обмотка — 5 000 витков ПЭЛ или ПЭ 0,10—0,15 *мм*. На каркас трансформатора наматывают сначала вторичную, а затем первичную обмотки. Переключением отводов первичной обмотки практическим путем подбирают наиболее выгодный коэффициент трансформации, в зависимости от применяемого микрофона.



Фиг. 286. Схема вторичной обмотки выходного трансформатора.



Фиг. 287. Пропилы в панельке выходной лампы.

Выходной трансформатор $Тр_2$ намотан на сердечнике сечением 6—8 *см*². Первичная (анодная) обмотка содержит 2 500 витков провода ПЭЛ или ПЭ 0,15—0,20 *мм*, вторичная (выходная) — 600 витков провода ПЭЛ или ПЭ 0,4—0,6 *мм* с отводами от 300-го и 450-го витков. Сердечник собирается с воздушным зазором 0,3—0,5 *мм* (толщина полоски из тонкого картона).

Для выходной лампы желательно взять фарфоровую ламповую панель. Если будет использована гетинаксовая или текстолитовая панель, то в ней до ее крепления необходимо лобзиком сделать пропилы между гнездами *2* и *3* и гнездами *3* и *4* (фиг. 287). Дело в том, что на аноде выходной лампы развивается значительное напряжение звуковой частоты и между указанными гнездами панельки могут появиться искры. В результате искрения происходит обугливание изоляционного материала панельки. Из-за этого усилитель начинает работать с искажениями и может вообще испортиться. Пропилы устраняют эти неприятности.

Силовой трансформатор $Тр_3$ должен иметь мощность не менее 70 *вт*. Пригодны заводские трансформаторы типов ЭЛС-2, СТ-70, от приемников «Салют», «Пионер», «Урал», 6Н-1 и т. п. или самодельный.

Дроссель фильтра выпрямителя может быть самодельным со следующими данными: сечение сердечника 5 ÷ 6 *см*², воздушный зазор — около 0,2 *мм*, обмотка — 3 000 ÷ 3 500 витков провода ПЭЛ или ПЭ 0,18—0,20 *мм*.

В фильтре можно использовать также дроссели довоенного заводского производства типов МД-1, МД-7, ДС-6 и ДС-75.

Катушка колебательного контура *L* — любого типа, рассчитанная на прием радиостанции местного (областного, республиканского) или центрального вещания. В данном радиоузле использована конструкция простейшего вариометра (см. фиг. 66,*б*). Вообще же в большинстве случаев трансляция радиовещательных станций для школьного радиоузла не обязательна. Поэтому контур из схемы радиоузла можно исключить.

Звукосниматель *Зв* и электродвигатель *ЭД* могут быть любого типа. Желательно приобрести готовый электропроигрыватель, содержащий в себе обе эти детали.

Микрофон — электродинамический типа ДМК или МД-2 или угольный типа ММ-2. Предпочтение надо отдать электродинамическим микрофонам, так как они обеспечивают наилучшее качество передачи.

В качестве микрофона можно использовать также микрофонный капсуль, применяемый в телефонных аппаратах, или использовать так называемый «диспетчерский» микрофон. В крайнем случае в качестве микрофона можно использовать пьезоэлектрическую трубку. Она включается без микрофонного трансформатора, так же как и пьезоэлектрический звукосниматель. Однако следует помнить, что микрофонный капсуль, диспетчерский микрофон и пьезоэлектрическая трубка работают со значительными искажениями.

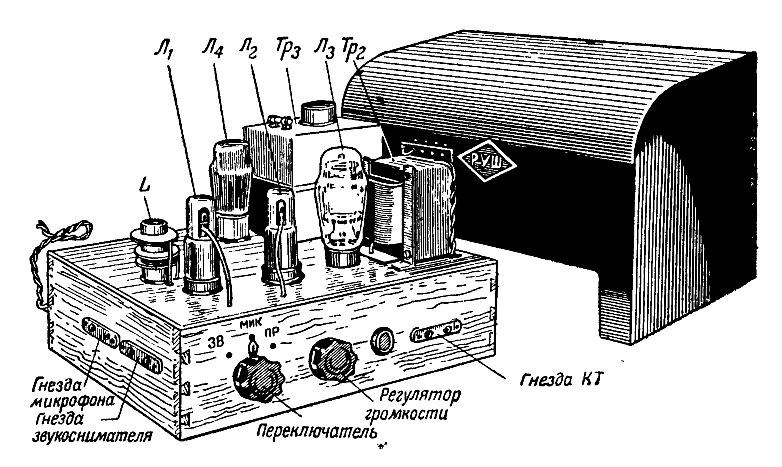
Питание угольного микрофона осуществляется от батареек для карманного фонаря. Для микрофона типа ММ-2 напряжение батареи *Бм* должно быть 16—20 *в*, а для диспетчерского микрофона или капсуля от телефонного аппарата 3—4,5 *в*.

Переключатель *П* — одноплатный, на три положения. Выключатель питания микрофона $Вк_1$ — малогабаритный; укрепляется он на микрофоне. Для этой цели могут быть использованы и свободные контакты переключателя; они должны замыкаться одновременно с подключением к усилителю микрофонного трансформатора.

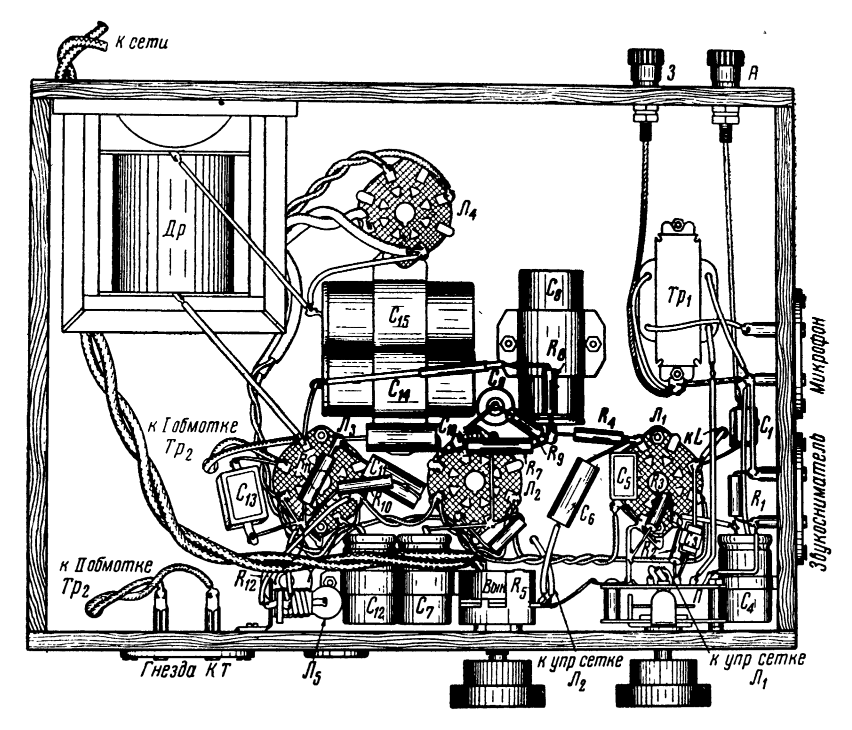
Конструкция и монтаж усилителя

Усилитель радиоузла смонтирован на панели размером 300×200×80 *мм*. Верхняя горизонтальная часть панели — металлическая, боковые стенки — деревянные толщиной 8—10 *мм*. Панель может быть и цельнометаллической. Внешний вид усилителя показан на фиг. 288, а его монтажная схема — на фиг. 289.

Во время монтажа необходимо стремиться к тому, чтобы входные цепи усилителя были возможно короче и удалены от выходного трансформатора и деталей выпрямителя. Проводники, идущие от звукоснимателя и микрофона к переключателю *П* и от него к управляющей сетке лампы $Л_1$, а также от переменного сопротивления R_5 к управляющей сетке лампы $Л_2$, должны быть обязательно экранированными.



Фиг. 288. Внешний вид усилителя школьного радиоузла.



Фиг. 289. Монтажная схема усилителя школьного радиоузла.

Во избежание появления фона переменного тока рекомендуем микрофонный и выходной трансформаторы поместить в отдельные экраны, заземлив их. С этой же целью незаземленные гнезда звукоснимателя и микрофона необходимо тщательно изолировать от стенок панели, надев на них резиновые или короткие полихлорвиниловые трубочки.

Микрофонный трансформатор должен находиться рядом с гнездами для включения микрофона. Более точное расположение этого трансформатора определяется практическим путем во время налаживания усилителя. Надо найти такое положение его на панели, при котором фон переменного тока и самовозбуждение будут отсутствовать.

На лицевую стенку панели выводятся оси переключателя вида передачи *П* и переменного сопротивления R_5 (регулятора громкости), гнезда для включения контрольного телефона и «глазок» сигнальной лампочки $Л_5$. Ручка переключателя снабжается стрелкой — указателем включенного вида передачи.

Металлическая панель используется как проводник отрицательного полюса выпрямленного напряжения. Необходимые соединения с панелью осуществляются при помощи жестяных лепестков, подложенных под болтики, крепящие ламповые панельки.

Цепь нитей накала выполняется витым проводом; использовать металлическую панель вместо одного из проводников цепи накала не рекомендуется.

Усилитель закрывается фанерным отполированным футляром, имеющим в нижней лицевой части вырез для ручек управления. Съемный футляр позволяет знакомить учащихся с устройством усилителя.

Налаживание

Если монтаж усилителя выполнен безошибочно с использованием проверенных деталей, наладить его не составит большого труда.

В таблице приводится режим работы ламп усилителя школьного радиоузла, в котором использован силовой трансформатор от приемника «Салют». Напряжения на анодах и экранирующих сетках ламп, а также напряжения смещения (на катодах ламп) указаны относительно металлической панели. Они измерены вольтметром с сопротивлением 1 000 *ом/в*. Эти напряжения надо установить при первом испытании усилителя.

Первое испытание и предварительное налаживание усилителя производятся при выклю-

Режимы ламп усилителя школьного радиоузла

Напряжение лампы	Напряжения, *в*			
	накала	на аноде	на экранирующей сетке	Смещение на управляющей сетке
6Ф5 ($Л_1$)	6,3	100	—	—1,2
6Ж7 ($Л_2$)	6,3	80	60	—2
6П3С ($Л_3$)	6,3	280	280	—14

ченных линиях. На выход усилителя при этом включается временная «нагрузка». Она включается на половину вторичной обмотки выходного трансформатора. В качестве такой нагрузки лучше всего использовать автомобильную 12-вольтовую лампочку. К крайним же зажимам этой обмотки присоединяется громкоговоритель. При наиболее сильных звуках лампочка должна ярко вспыхивать.

Включать и испытывать усилитель без нагрузки недопустимо — может испортиться выходной трансформатор.

Сначала усилитель испытывается и налаживается при работе от звукоснимателя. После этого производятся настройка приемного контура, а затем и испытание при работе с микрофона.

Настройка входного колебательного контура на определенную радиостанцию, хорошо слышимую в данном районе, производится изменением индуктивности катушки и подбором величины емкости конденсатора C_2. Уменьшением емкости антенного конденсатора C_1 достигается отстройка от мешающих станций. Во время настройки желательно иметь контрольный приемник, по которому определяется правильность выбора радиостанций.

При испытании усилителя на работу от микрофона контрольный громкоговоритель должен быть выключен или вынесен за пределы помещения, в котором находится микрофон. В противном случае между микрофоном и громкоговорителем создается сильная, так называемая акустическая связь и громкоговоритель будет «выть». Это надо помнить всегда, особенно при ведении школьных передач. Если громкоговоритель вынести нельзя, работа с микрофона прослушивается на головные телефоны.

Налаживание усилителя при работе с микрофоном сводится к подбору наивыгоднейшего числа включенных витков микрофонного трансформатора и напряжения батареи, а также места расположения и разворота сердечника этого трансформатора по отношению к выпрямителю и выходным цепям усилителя.

Окончательное налаживание всего радиоузла производится при включенных линиях, нагруженных громкоговорителями (когда в школе нет занятий). Тогда же устанавливается и желательный тембр звука (подбором сопротивления R_{10}).

Оборудование радиоузла

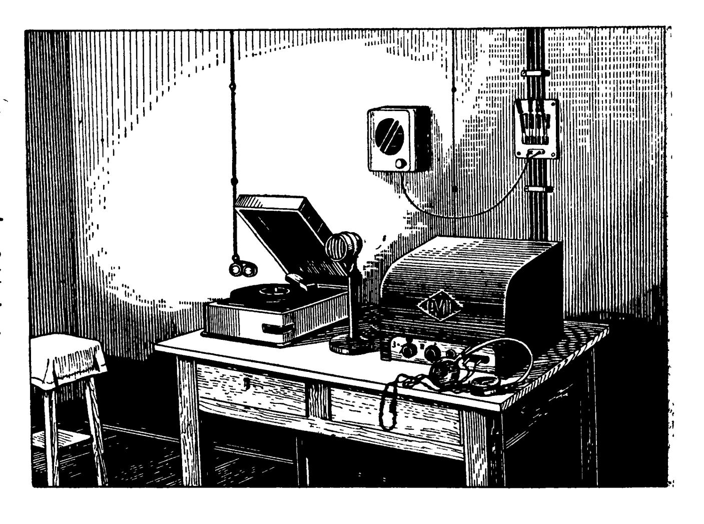
Для радиоузла желательно иметь отдельную изолированную комнату, хотя бы небольшого размера, или постоянное место, отведенное, например, в физическом кабинете. Если для радиоузла нет отдельного помещения, его надо оборудовать в запирающемся шкафу.

Оборудование радиоузла сводится к размещению и соединению между собой аппаратуры, монтажу линейного распределительного щитка и проводке линий к громкоговорителям.

Примерное расположение и монтаж оборудования радиоузла показаны на фиг. 290.

Соединение звукоснимателя с усилителем должно быть выполнено экранированным проводом, который прокладывается под крышкой стола или на его задней стенке. Экран провода заземляется. Микрофонный провод также должен быть в экране и иметь длину, достаточную для того, чтобы во время местных передач микрофон можно было выносить на отдельную тумбочку. Он устанавливается на расстоянии не менее 80—100 *см* от стены.

От усилителя к линейному распределительному щитку провода прокладываются по стене. Линии от щитка пропускаются через отверстие в стене или колоде двери, а далее расходятся в нужных направлениях. Эту часть монтажа желательно выполнить изолированным прово-



Фиг. 290. Примерное расположение оборудования школьного радиоузла.

дом диаметром 0,5—1 *мм*. Очень хорош для этой цели двойной провод в полихлорвиниловой изоляции. Крепление провода производится при помощи скобок с картонными подкладками.

Линейный распределительный щиток представляет собой несколько однополюсных рубильников небольшого размера (или выключателей), смонтированных на щитке. Основание щитка может быть выполнено из листового эбонита, фибры, текстолита или другого прочного изоляционного материала. Размер щитка зависит от размера и числа устанавливаемых на нем рубильников (выключателей), т. е. от числа проектируемых линий. Для каждой линии можно применить однополюсный рубильник, который разрывает один провод линии. При этом другой провод будет общим для всех линий. Желательно, однако, разрывать оба провода каждой линии, но тогда надо использовать двухполюсные рубильники.

На линейном щитке параллельно каждой линии полезно смонтировать гнезда для включения громкоговорителя. Эти гнезда будут служить для проверки работы каждой линии в отдельности и для измерения сопротивления линий, что бывает необходимо при отыскании неисправности в них.

Смонтированный щиток крепится на четырех фарфоровых роликах. Рядом с ним на стене можно укрепить контрольный громкоговоритель, повесить схему радиоузла и всего его линейного хозяйства.

Пользование радиоузлом

Школьный радиоузел способствует организации и сплоченности всего коллектива учащихся, помогает повышению успеваемости и проведению общешкольных праздников.

Работа радиоузла должна быть образцовой и организованной. Плохое качество работы быстро подорвет авторитет радиоузла и его конструкторов. Поэтому надо внимательно следить за исправностью его аппаратуры и линий.

Так как строительство и техническую эксплуатацию радиоузла обычно осуществляет школьный радиокружок, то из его состава выделяется один более опытный учащийся, постоянно наблюдающий за исправностью и сохранностью аппаратуры и линий. Он инструктирует дежурных, выделяемых для обслуживания радиоузла, и наблюдает за их работой.

Работа радиоузла должна вестись по строгому расписанию, утверждаемому директором школы. Планирование и организация передач возлагаются на редколлегию школьного радиовещания, которая состоит из учащихся, выбранных на комсомольском собрании и сборе пионерской дружины школы. Редколлегия имеет своих корреспондентов. Она редактирует статьи, составляет программы всех передач. Текстовой материал каждой передачи утверждается директором или заведующим учебной частью школы. Все передачи регистрируются в дневнике радиоузла.

Опыт работы школьных радиоузлов показывает, что передачи целесообразнее вести перед началом занятий, во время больших перемен и по окончании занятий. Каждая передача может быть посвящена какой-либо теме, например: наши отличники, календарь знаменательных дат, великие русские ученые, изобретатели, писатели, поэты, композиторы, как готовить уроки, как заниматься физкультурой, итоги состязаний и т. п. Продолжительность каждой передачи 10—15 мин. Важно, чтобы все передачи были содержательными, увлекательными.

Советуем прочитать:

В. К. Лабутин, Радиоузел и абонентская точка (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1951.

С. Г. Сегаль, Самодельные усилители, Связьиздат, 1952.

И. М. Бардах, Самодельные усилители для радиоузлов (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1951.

Беседа двадцать девятая

ПОЛЕЗНЫЕ СОВЕТЫ

В коротких беседах невозможно дать описания многих, даже простых, конструкций. А их существует немало. Но сколько бы их ни было, работа их основана на тех же принципах, с которыми читатели познакомились в предыдущих беседах.

Настройка колебательных контуров на требуемую частоту, усиление электрических колебаний высокой и низкой частоты при помощи электронных ламп, разделение частот, детектирование и выпрямление и т. п. — все эти процессы имеют место как в простых, так и слож-

ных конструкциях радиоприемников. Важно знать эти процессы, уметь их правильно использовать в конструируемой радиоаппаратуре, добиваться от нее хороших результатов.

В этой беседе мы даем ряд советов и схем, которые помогут читателям в экспериментировании.

Колебательные контуры и их включение

В описаниях приемников мы старались давать возможно более полные данные их деталей и в том числе данные катушек колебательных контуров. Однако использование в приемниках именно таких катушек индуктивности вовсе не обязательно. Настраивать контур в пределах того или иного диапазона можно, применяя и катушки индуктивности многих других конструкций.

Диаметр каркаса катушки практически может быть любым, но чем он меньше, тем большее число витков должна содержать катушка. И, наоборот, чем больше диаметр каркаса, тем меньше витков должно быть в катушке для того же контура. Так, например, небольшого размера катушки, рекомендуемые для ламповых приемников, могут быть заменены катушками больших размеров, применяемыми в детекторных приемниках. Можно сделать и наоборот.

В любом приемнике могут быть использованы готовые или самодельные катушки с высокочастотными (магнетитовыми, альсиферовыми, карбонильными) сердечниками. Применение таких сердечников повышает качество контуров, уменьшает размеры катушек и число их витков. Это, например, очень удобно и целесообразно в походном приемнике. Высокочастотные сердечники, кроме того, облегчат предварительную настройку контуров на нужные диапазоны во время налаживания приемника.

В колебательных контурах большинства описанных приемников использовались катушки с отводами. Это позволяло при помощи одной катушки производить настройку приемника в пределах разных диапазонов. Однако для каждого диапазона можно иметь отдельную катушку, как это сделано, например, в описанном выше походном и трехламповом батарейном приемниках. Использование отдельных катушек до некоторой степени облегчает подстройку контуров при налаживании приемников. Правда, при этом требуется больший расход обмоточного провода.

Расчет контурных катушек — дело довольно сложное, поэтому мы его не даем в книге, советуя придерживаться данных, приводимых в описаниях конструкций и в случае необходимости практическим путем (доматыванием и отматыванием витков катушек) производить «подгонку» контуров под нужные пределы диапазонов.

Очень удобны катушки с подстроечными секциями, подобные простейшему вариометру. Такие катушки будут использованы нами в описываемом ниже супергетеродине. Катушки с подстроечными секциями освобождают от кропотливости домотки и отмотки витков катушек.

У радиолюбителей не всегда могут оказаться подстроечные конденсаторы. Их можно заменять самодельными конденсаторами небольшой емкости, изготовленными из проволоки (см. фиг. 89). Уменьшая или увеличивая длину намотки внешней обкладки такого конденсатора, можно подобрать требуемую емкость.

Входная цепь описанного нами походного приемника не настраивается. Это сделано с целью упрощения его конструкции. Но при желании сопротивление, включенное во входную цепь этого приемника, может быть заменено контурами с фиксированной или плавной настройкой. Это повысит избирательность приемника, а также уменьшит характерный для приемников с ненастраивающимся входом шум, которым сопровождается прием радиостанций.

Ненастраиваемый вход может быть сделан в любом приемнике, если у радиолюбителя не окажется сдвоенного блока конденсаторов переменной емкости. Его можно, например, сделать как в батарейном (фиг. 207), так и в сетевом (фиг. 242) трехламповых приемниках прямого усиления. Однако при этом несколько ухудшается избирательность и увеличиваются шумы.

Сравните схемы этих приемников. На первый взгляд они могут показаться существенно различными. Но это не так. Различие их заключается только в способе включения контуров детекторного каскада и цепи обратной связи.

В батарейном приемнике колебательный контур детекторного каскада включен непосредственно в анодную цепь первой лампы, а в сетевом — через разделительный конденсатор. В первом случае через катушку контура протекают постоянный ток и переменный ток высокой частоты, во втором же случае через нее протекает только переменный ток. Принцип работы колебательных контуров в обоих приемниках совершенно одинаков. Наличие же дополнительных конденсаторов в анодном колебательном контуре батарейного приемника необходимо только для того, чтобы избежать замыкания анодной батареи, питающей прием-

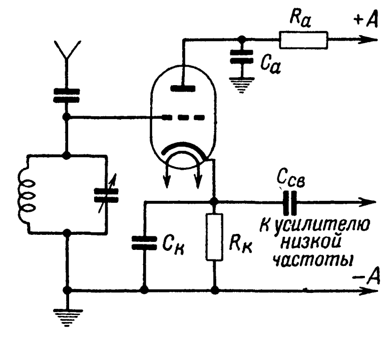
ник. Короче говоря, эта часть схемы, в том виде, как она применяется в батарейном приемнике, с успехом может быть использована в сетевом приемнике, и наоборот. Результат будет примерно одинаков.

Катодный детектор

Детектирование модулированных колебаний высокой частоты в детекторных приемниках осуществляется при помощи кристаллического детектора. Во всех описанных нами ламповых приемниках детектирование осуществляется при помощи электронной лампы, работающей в режиме сеточного детектора. Существуют другие способы детектирования, среди которых есть так называемое катодное детектирование. Называют его катодным потому, что напряжение низкой частоты, получающееся в результате детектирования, снимается не с анодного сопротивления, как это было в сеточном детекторе, а с нагрузочного сопротивления, включенного в цепь катода лампы (между катодом и источником анодного питания).

Схема катодного детектора показана на фиг. 291. Здесь нагрузочное сопротивление $R_к$ величиной 50—200 *ком* включено в цепь катода лампы; анод же лампы для переменного тока заземлен через конденсатор C_a емкостью 1—2 *мкф*. Сопротивление R_a вместе с конденсатором C_a образует ячейку развязывающего фильтра.

Работает такая схема следующим образом. При отсутствии сигнала радиостанции на управляющей сетке вследствие большой величины катодного сопротивления создается большое отрицательное напряжение смещения, которое почти «запирает» лампу. При приеме радиостанции, на которую настроен колебательный контур, анодный ток лампы увеличивается во время положительных полупериодов на сетке. Во время же отрицательных полупериодов он остается близким к нулевому значению.



Фиг. 291. Схема катодного детектора.

В результате этого в анодной цепи лампы получаются модулированные по амплитуде высокочастотные импульсы. В них содержится низкочастотная составляющая. Поэтому на концах сопротивления $R_к$ получается напряжение. Через конденсатор связи $C_{св}$ оно подается на усилитель низкой частоты. Конденсатор $C_к$ небольшой емкости пропускает через себя высокочастотную составляющую анодного тока.

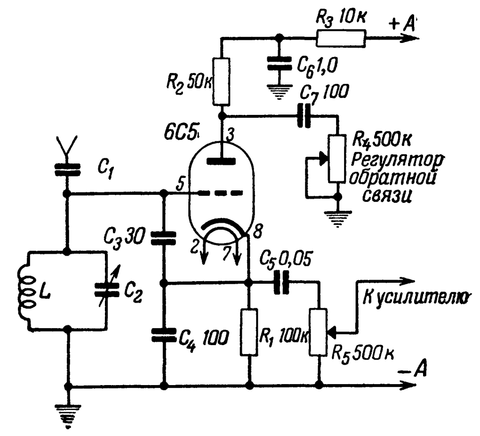
Катодный детектор по сравнению с сеточным дает более качественное, естественное воспроизведение звука. Особенно это заметно при сильных сигналах, при которых сеточный детектор перегружается и вносит в передачу искажения. Но катодный детектор имеет и свои недостатки — он не дает усиления.

Катодный детектор может быть применен всюду вместо диодного или сеточного детектора, но с добавлением каскада усиления низкой частоты, восполняющего недостаток катодного детектора.

В катодном детекторе можно осуществить положительную обратную связь без применения специальной катушки. Схема такого катодного детектора со всеми данными ее деталей показана на фиг. 292.

Конденсатор C_3, включенный между управляющей сеткой и катодом, создает емкостную обратную связь. Цепь, состоящая из конденсатора C_7 и переменного сопротивления R_4, является цепью регулирования обратной связи. Сопротивление R_5 — регулятор громкости. Данные колебательного контура LC_2 ничем не отличаются от контуров знакомых вам приемников. На контур LC_2 могут быть поданы модулированные колебания высокой частоты, предварительно усиленные высокочастотным каскадом.

Для работы в катодном детекторе лучше



Фиг. 292. Схема катодного детектора с обратной связью.

всего подходит триод 6С5 или один триод ламп 6Н8С и 6Н9С. Второй триод лампы 6Н8С или 6Н9С может быть при этом использован для усиления низкой частоты.

Сеточный детектор — указатель настройки

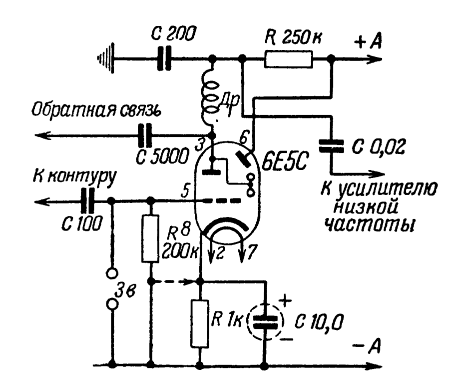
В супергетеродинных приемниках в качестве электронного указателя настройки используют лампу 6Е5С. Это — не обычная электронная лампа. Она имеет светящийся экран, на котором более ярко выделяется сектор зеленоватого цвета. По величине этого сектора определяется точность настройки приемника на радиостанцию. Лампу 6Е5С можно использовать и в сетевом приемнике прямого усиления, например в трехламповом (схема которого показана на фиг. 242), вместо лампы 6Ж7. При этом лампа 6Е5С выполняет одновременно роль сеточного детектора и указателя точной настройки. Схема включения этой лампы вместо лампы 6Ж7 показана на фиг. 293. Остальная часть схемы приемника остается без каких-либо изменений.

Нижний конец сеточного сопротивления можно соединить как с общим минусом приемника, так и с катодом лампы (на фиг. 293 последнее соединение показано пунктиром). В первом случае при точной настройке приемника на радиостанцию светящийся сектор экрана лампы будет сходиться, а во втором — расходиться. Однако такой указатель настройки будет действовать хорошо, если сигналы радиостанции достаточно сильны.

Лампы 6Е5С хорошо работают и как предварительный усилитель низкой частоты при пользовании звукоснимателем. Вместе с панелькой лампу надо крепить на специальном держателе в горизонтальном положении. Верхняя часть баллона этой лампы должна помещаться в отверстии в лицевой стенке ящика приемника так, чтобы был виден светящийся экран.

Рефлексная схема

Схемы, в которых одни и те же лампы используются для усиления колебаний и высокой и низкой частоты, т. е. дважды, называют рефлексными. Для этого к сетке первой лампы приемника подводятся поступающие из антенны колебания высокой частоты; она их усиливает. В анодную цепь этой лампы включают две анодные нагрузки. На одной из них выделяются усиленные колебания высокой частоты. Детектор преобразует их в колебания низкой частоты, которые вместе с колебаниями высокой частоты поступают на управляющую сетку первой лампы. В результате на ее второй



Фиг. 293. Схема включения лампы 6Е5С в качестве сеточного детектора.

анодной нагрузке получаются усиленные колебания низкой частоты.

Разберем более подробно явления, происходящие в таком приемнике.

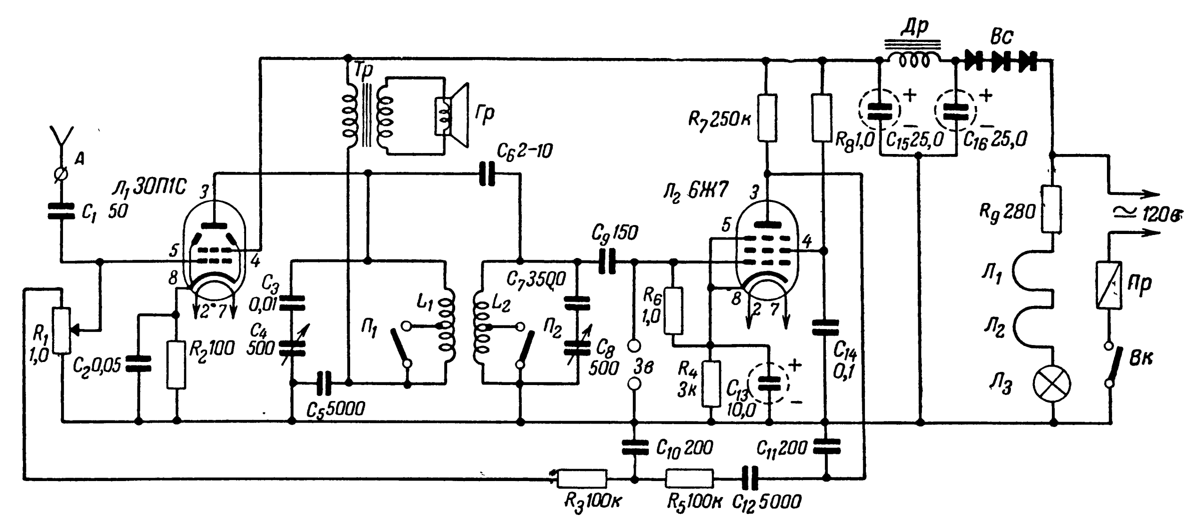
На фиг. 294 приводим одну из возможных схем рефлексного приемника[1]. Она, кроме того, может также служить примером схемы бестрансформаторного питания приемника с применением селенового выпрямителя. Лампа 30П1С используется здесь для усиления колебаний как высокой, так и усиления колебаний низкой частоты, а лампа 6Ж7 является сеточным детектором. В анодную цепь лампы 30П1С включены последовательно две нагрузки: колебательный контур L_1C_4, настраиваемый на частоту принимаемых колебаний, и первичная обмотка выходного трансформатора, на которой выделяются колебания низкой частоты. Как первая, так и вторая нагрузки свободно пропускают постоянный ток на анод лампы, но оказывают различные сопротивления переменным составляющим анодного тока.

Поступившие из антенны модулированные колебания высокой частоты усиливаются лампой 30П1С и выделяются в первом настраиваемом контуре L_1C_4. Через конденсатор небольшой емкости C_6 они попадают во второй настраиваемый контур L_2C_8 и детектируются лампой 6Ж7. Колебания низкой частоты с анодного нагрузочного сопротивления R_7 лампы 6Ж7 через разделительный конденсатор C_{12} и фильтр $R_5C_{10}R_3$ поступают на управляющую сетку первой лампы.

Усиленные первой лампой колебания низкой частоты проходят через катушку L_1 (она почти не оказывает им сопротивления) и попадают в первичную обмотку выходного трансформатора Tp.

Таким образом, двухламповый приемник

[1] Схема заимствована из журнала „Радио" № 7 за 1948 г.



Фиг. 294. Принципиальная схема рефлексного приемника с селеновым выпрямителем.

работает как трехламповый по схеме 1-V-1. Приемник может быть использован и как усилитель для проигрывания граммофонных пластинок.

Сопротивление R_1 — регулятор громкости. Конденсатор C_6 разделительный; он свободно пропускает колебания высокой частоты, но преграждает путь постоянному току. Конденсатор C_3 предохраняет цепь анодного напряжения от короткого замыкания в случае соприкосновения пластин конденсатора C_4. Для выравнивания емкостей обоих контуров приемника во второй контур включен конденсатор C_7; его емкость равна емкости последовательно соединенных конденсаторов C_3 и C_5, включенных в первый контур.

Фильтр, состоящий из сопротивлений R_5 и R_3 и конденсатора C_{10}, свободно пропускает к сетке первой лампы колебания низкой частоты (низкочастотную составляющую) анодного тока лампы $Л_2$, но преграждает путь колебаниям высокой частоты (высокочастотной составляющей). Конденсатор C_{11} пропускает через себя высокочастотную составляющую анодного тока лампы $Л_2$, предупреждая тем самым самовобуждение приемника.

Катушки L_1 и L_2 рассчитаны на прием радиостанций средневолнового и длинноволнового диапазонов: они могут быть любого типа. Переключение диапазонов осуществляется переключателями $П_1$ и $П_2$, объединенными одной осью.

Селеновый выпрямитель может быть заменен кенотронным на лампе 30Ц6С; при этом величину сопротивления R_9 придется уменьшить. Разумеется, приемник можно питать и от кенотронного выпрямителя с трансформатором, заменив лампу 30П1С лампой 6П6С. В детекторном каскаде можно осуществить обратную связь, как это сделано в большинстве приемников прямого усиления.

Усилители низкой частоты

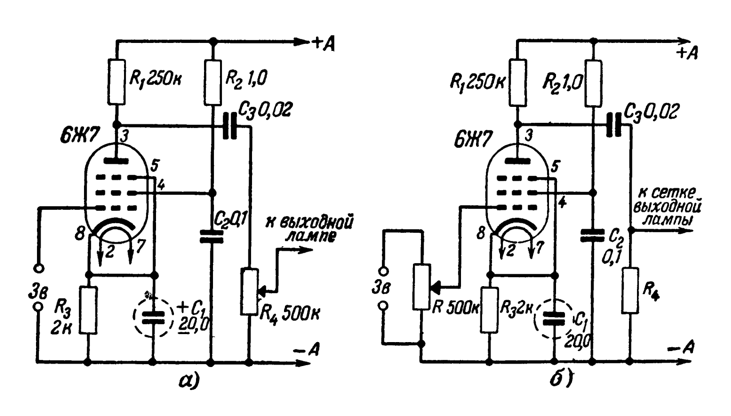
Любой приемник, имеющий каскад усиления низкой частоты, может быть переделан в простой усилитель. Для этого из схемы нужно исключить все узлы и цепи, относящиеся к высокой частоте.

Так, например, если из схемы трехлампового приемника (фиг. 242) исключить каскад усиления высокой частоты, колебательные контуры, конденсатор и сопротивление цепи сетки этой лампы, а также цепь обратной связи вместе с относящимся к ней дросселем высокой частоты, то мы получим усилитель низкой частоты, входная часть схемы которого будет иметь вид, показанный на фиг. 295,*а*. Лампа 6Ж7 будет работать как предварительный усилитель низкой частоты. При использовании пьезоэлектрического звукоснимателя параллельно гнездам *Зв* необходимо включить сопротивление величиной 200—500 *ком*.

На фиг. 295,*б* приведена та же часть схемы усилителя, но с переменным сопротивлением на входе, которое выполняет роль регулятора громкости. При этом в цепь управляющей сетки выходной лампы вместо переменного сопротивления R_4 включается постоянное 500 *ком*.

Двухламповый усилитель к детекторному приемнику. На фиг. 296 приведена схема двухлампового батарейного усилителя к детекторному приемнику.

Сопротивление R_5 является сопротивлением смещения. Напряжение, которое на нем создается, через переменное сопротивление R_4,



Фиг. 295. Схемы каскада предварительного усиления низкой частоты.

Фиг. 296. Принципиальная схема двухлампового усилителя к детекторному приемнику.

являющееся регулятором громкости, подается на управляющую сетку второй лампы усилителя. Остальная часть схемы нашим читателям хорошо знакома. Усилитель обеспечивает прием радиостанций на громкоговоритель типа «Рекорд».

Двухламповый усилитель с селеновым выпрямителем. На фиг. 297 приведена схема двухлампового усилителя низкой частоты. В каскаде предварительного усиления здесь работает пентод 6Ж7, а в оконечном—лучевой тетрод 6П6С. Обращаем внимание на выпрямитель и выходной трансформатор, так как остальная часть схемы ничего нового не содержит.

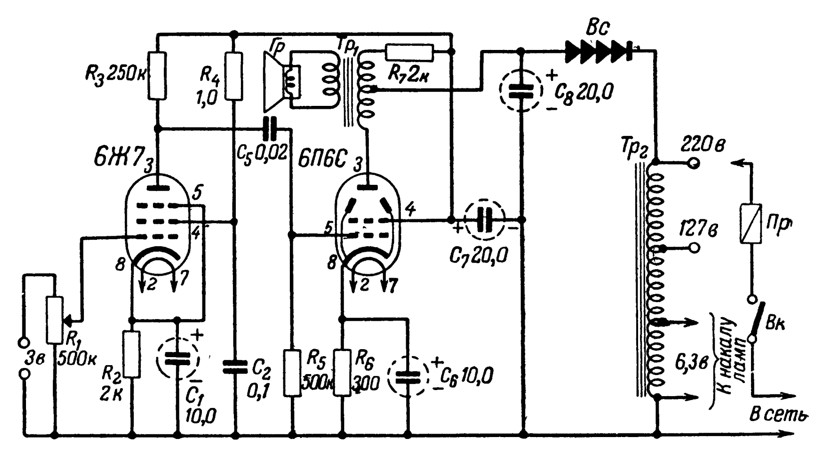
В выпрямителе используется автотрансформатор $Тр_2$. Вся его обмотка рассчитана на напряжение 220 *в*; включается в сеть переменного тока напряжением 220 *в* или часть ее — в сеть напряжением 127 *в*. Нижняя секция обмотки автотрансформатора дает напряжение 6,3 *в*; от нее питаются нити накала ламп.

Переменное напряжение всей обмотки автотрансформатора выпрямляется селеновым столбиком. В фильтре выпрямителя нет дросселя. Уменьшение фона осуществляется здесь путем применения специальной схемы включения первичной обмотки выходного трансформатора. Верхняя секция этой обмотки, конденсатор C_7 и сопротивление R_7 образуют сглаживающий фильтр, через который подается питающее напряжение на анод лампы 6Ж7 и экранирующие сетки обеих ламп усилителя.

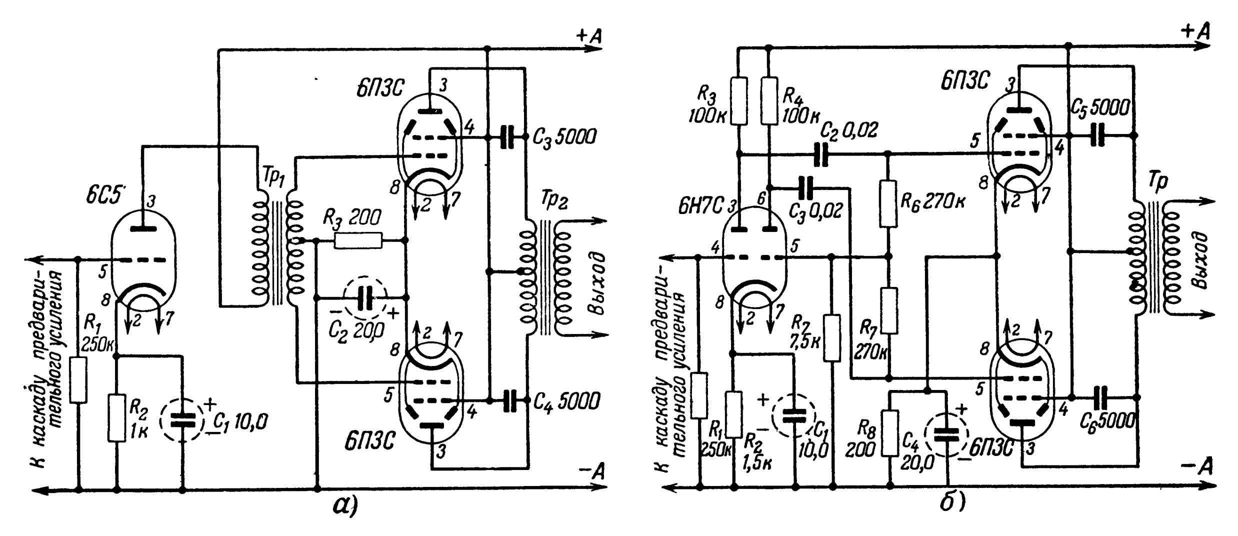
Сердечник автотрансформатора $Тр_2$ собирается из пластин типа Ш-20. Сечение сердечника 5 *см*². Секция накала ламп содержит 55 витков провода ПЭЛ или ПЭ 0,8—1 *мм*. Остальная часть обмотки содержит 1 900 витков провода ПЭЛ или ПЭ 0,2—0,3 *мм* и имеет отвод от 1 000-го витка для включения в сеть напряжением 127 *в*.

Сердечник выходного трансформатора $Тр_1$ собирается из пластин типа Ш-15. Сечение его 3,5 *см*². Воздушный зазор 0,1 *мм*. Первичная обмотка содержит 2 750 витков провода ПЭЛ или ПЭ 0,18—0,2 *мм* и имеет отвод от 2 500-го витка (меньшая секция используется в фильтре выпрямителя). Вторичная обмотка выходного трансформатора содержит 64 витка провода ПЭЛ или ПЭ 0,6—0,8 *мм*; она рассчитана на включение электродинамического громкоговорителя типа 1ГДМ-1,5 (с постоянным магнитом).

Отсутствие дросселя, использование в выпрямителе селенового столбика вместо кенотрона, а также уменьшенный размер автотрансформатора позволяют сконструировать по этой



Фиг. 297. Принципиальная схема двухлампового усилителя с селеновым выпрямителем.



Фиг. 298. Схемы двухтактных каскадов усиления мощности.

схеме усилитель небольшого размера переносного типа. Электродвигатель для вращения граммофонных пластинок, звукосниматель и усилитель с электродинамическим громкоговорителем легко смонтировать в одном небольшом чемоданчике.

Подобную схему силовой части широко применяют в любительских и простых промышленных приемниках. Наши читатели также могут ее использовать в своих конструкциях.

Двухтактный усилитель мощности. В оконечных каскадах всех описанных усилителей и приемников используется одна лампа. Такие усилители создают на выходе мощность низкой частоты не более 5—6 *вт*. Но этой мощности иногда бывает недостаточно для школьного радиоузла или работы мощного электродинамического громкоговорителя. В таких случаях к усилителю можно добавить так называемый **двухтактный каскад усиления мощности**.

На фиг. 298 мы приводим две схемы двухтактных усилителей. В обеих схемах первая лампа (6С5 в схеме *а* или 6Н7С в схеме *б*) работает в предоконечном, а лампы 6П3С — в оконечном каскадах усилителей.

Сущность работы двухтактной схемы заключается в следующем. Напряжение низкой частоты с предоконечного каскада подается одновременно на управляющие сетки обеих ламп усилителя мощности, но так, чтобы потенциалы на этих сетках изменялись в любой момент времени в противоположных направлениях. Когда, например, на сетке верхней лампы напряжение будет возрастать, на сетке нижней лампы оно должно убывать. И, наоборот, когда на сетке нижней лампы напряжение будет возрастать, на сетке верхней лампы оно должно уменьшаться. В соответствии с изменениями напряжений на управляющих сетках ламп изменяются и их анодные токи: когда увеличивается анодный ток одной лампы, анодный ток второй лампы уменьшается, и наоборот.

Анодные токи двух ламп оконечного двухтактного каскада проходят по двум половинам первичной обмотки выходного трансформатора в противоположных направлениях. При этом увеличение анодного тока одной лампы и одновременное уменьшение анодного тока другой лампы создают во вторичной обмотке выходного трансформатора ток одного направления. Получается как бы суммирование действия анодных токов обеих ламп. В результате на выходе получаются более мощные колебания, чем в обычной «однотактной» схеме.

В схеме фиг. 298,*а* указанная выше закономерность в изменениях переменного напряжения на сетках ламп 6П3С обеспечивает переходной трансформатор $Тр_1$, у которого вторичная обмотка для этой цели имеет вывод от средней точки, а в схеме фиг. 298,*б* — специальная (так называемая **фазоинверсная**) схема включения лампы 6Н7С. Каждая из этих схем при анодном напряжении 250—300 *в* развивает выходную мощность звуковой частоты 15—25 *вт*.

Для питания усилителя с двухтактным выходным каскадом требуется выпрямитель с силовым трансформатором мощностью не менее 100 *вт*.

Двухтактный каскад можно смонтировать вместе с приемником (или усилителем) или в виде отдельной приставки, которая будет питаться от самостоятельного выпрямителя.

Приводим данные трансформаторов.

Переходной трансформатор $Тр_1$ (для схемы фиг. 298,*а*) имеет сердечник сечением 5—6 *см*². Первичная обмотка содержит 3 000 витков провода ПЭЛ или ПЭ 0,12—0,15 *мм*, а вторичная — 12 000 витков такого же провода с отводом от середины (от 6 000-го витка).

Выходной трансформатор обеих схем имеет сердечник сечением 9—10 *см*². Первичная его обмотка содержит 1 600 витков ПЭЛ или ПЭ 0,15—0,2 *мм* с отводом от середины. Число витков и диаметр провода его вторичной обмотки зависят от назначения усилителя. Если он предназначен для радиоузла, то вторичная обмотка должна содержать 550—600 витков провода ПЭЛ или ПЭ 0,4—0,5 *мм* с отводом от середины.

Для питания мощного электродинамического громкоговорителя, звуковая катушка которого имеет сопротивление 3—5 *ом*, вторичная обмотка выходного трансформатора должна иметь 30—50 витков провода ПЭЛ или ПЭ 1,0—1,2 *мм*. Рекомендуем во вторичной обмотке сделать отводы через каждые 12—15 витков, чтобы можно было при включении нескольких электродинамических громкоговорителей практическим путем подобрать наивыгоднейшее число витков.

В качестве выходного трансформатора можно использовать силовой трансформатор. Его повышающая обмотка со средним выводом используется как первичная обмотка, а сетевая и накальная обмотки — как вторичные обмотки выходного трансформатора.

Таковы некоторые советы и схемы, которыми наши читатели могут воспользоваться в своей практической работе по конструированию приемников и усилителей низкой частоты.

Советуем прочитать:

Б. Сметанин, Юный радиоконструктор, «Молодая Гвардия», 1953.

В. В. Енютин, Шестнадцать радиолюбительских схем (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1953.

Беседа тридцатая

СУПЕРГЕТЕРОДИННЫЙ РАДИОПРИЕМНИК

Этой беседой мы делаем шаг на новую ступень знаний в области радиотехники. В ней мы познакомим вас с работой наиболее распространенными в настоящее время супергетеродинными радиоприемниками или, как их сокращенно называют, супергетеродинами.

От приемника прямого усиления — к супергетеродину

На фиг. 299 приведена принципиальная схема трехлампового трехдиапазонного супергетеродина (без выпрямителя). Это один из наиболее простых супергетеродинных приемников.

Прикройте листком бумаги левую часть этой схемы до пунктирной линии и нарисуйте на нем антенну и заземление, как показано на фиг. 300. Получилась схема двухлампового приемника с фиксированной настройкой. Контур L_8C_{15}, соединенный с управляющей сеткой лампы $Л_2$, работающей как сеточный детектор с обратной связью, индуктивно связан с антенным контуром L_7C_{13}. Лампа $Л_3$ работает как обычный усилитель низкой частоты.

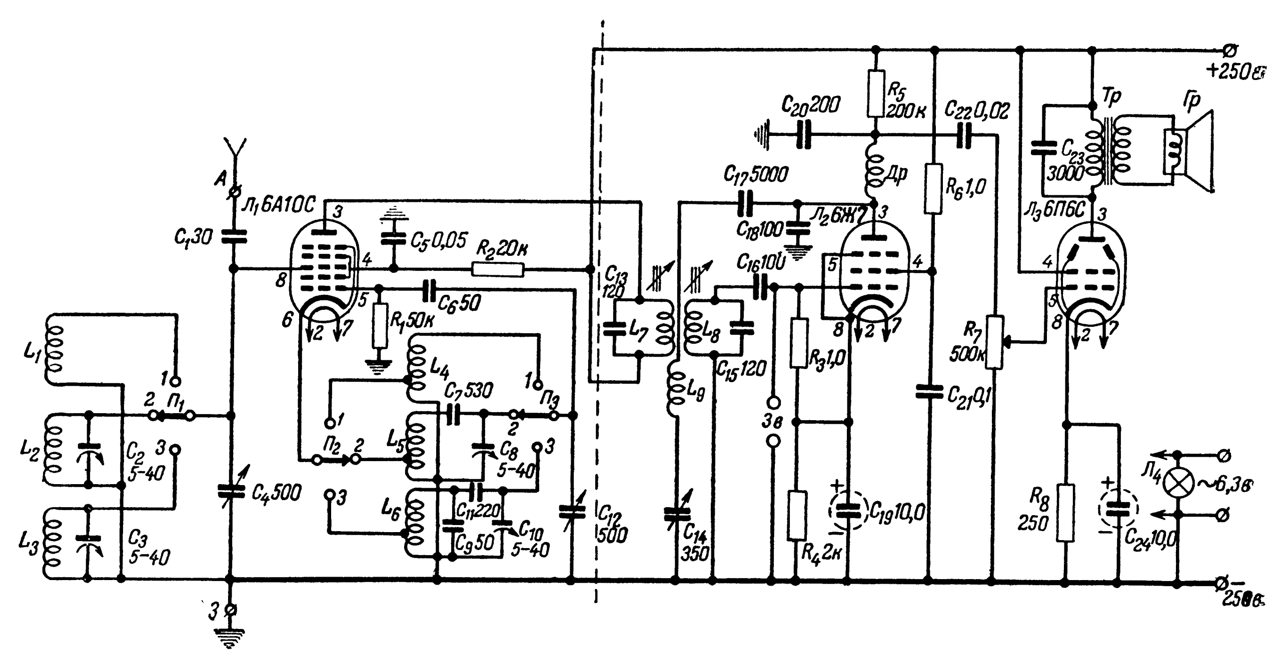
Наличие двух контуров, разумеется настроенных в резонанс, улучшает избирательность приемника, а обратная связь повышает его чувствительность. Работа такого приемника вам хорошо знакома.

Откроем теперь левую часть схемы фиг. 299 и посмотрим, откуда поступают в контур L_7C_{13} модулированные колебания высокой частоты в супергетеродине. Этот контур включен в анодную цепь лампы $Л_1$. Значит, колебания высокой частоты поступают в контур из этой цепи.

Тогда каким же образом в контуре с фиксированной настройкой удается получить колебания радиостанций, работающих на различных длинах волн?

Это обеспечивает преобразователь частоты, т. е. та часть схемы, которую мы прикрывали листком бумаги. Модулированные колебания высокой частоты, возбужденные радиоволнами принимаемой станции, превращаются в нем в колебания также модулированной промежуточной частоты. Последние усиливаются и поступают на детектор, который преобразует их в колебания низкой частоты. Далее, как обычно, осуществляется усиление низкочастотными каскадами.

Первое преобразование частоты осуществляется при помощи вспомогательного маломощ-



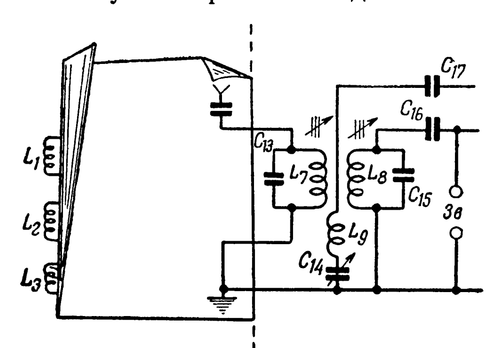
Фиг. 299. Принципиальная схема простого сетевого супергетеродина.

ного генератора колебаний высокой частоты, который называют гетеродином. Он является обязательной, составной частью преобразователя.

Высокочастотные колебания, поступившие из антенны, и колебания, вырабатываемые гетеродином (также высокочастотные), отличаются друг от друга по частоте. В преобразователе они «смешиваются». Частота генерируемых гетеродином колебаний изменяется при настройке приемника на радиостанции. В результате и образуется новая промежуточная частота, которая остается постоянной при приеме любой радиостанции.

Преобразование частоты

Чтобы нагляднее представить себе работу супергетеродина, разберем его упрощенную схему, показанную на фиг. 301. Здесь лампа $Л_г$



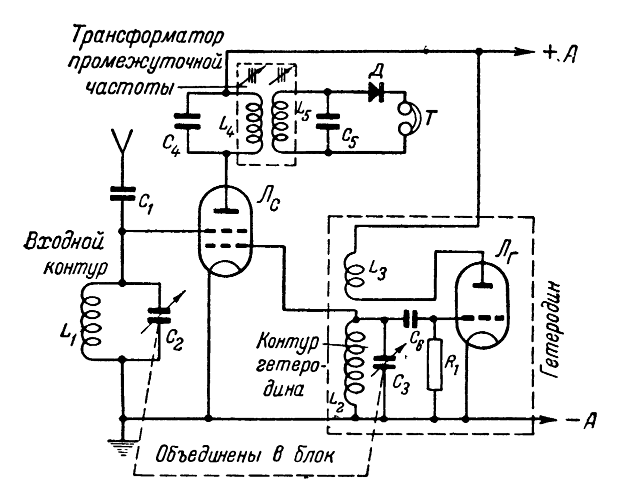
Фиг. 300. Так надо прикрыть часть схемы супергетеродина.

генерирует вспомогательные колебания высокой частоты. В анодную цепь лампы $Л_С$, носящей в данном случае название смесительной, включен колебательный контур L_4C_4, настроенный на определенную, заранее выработанную промежуточную частоту. Индуктивно с этим контуром связан точно такой же контур L_5C_5. Катушки L_4 и L_5 образуют трансформатор промежуточной частоты.

При одновременном действии на вторую сетку лампы $Л_С$ колебаний, поступающих со входного контура, и на первую ее сетку колебаний гетеродина, в анодной цепи этой лампы появляется составляющая промежуточной частоты. В результате на контурах L_4C_4 и L_5C_5 возникают колебания промежуточной частоты. Они детектируются детектором *Д*, и получающийся в результате ток низкой частоты заставляет телефон *Т* звучать.

Первая часть схемы, обведенная пунктирными линиями, — гетеродин, — очень напоминает одноламповый радиоприемник с обратной связью. Подобрав соответствующим образом величину обратной связи, нетрудно заставить лампу $Л_г$ генерировать устойчивые колебания высокой частоты. Изменяя величину индуктивности катушки L_2 и емкость конденсатора C_3, можно получать требуемую частоту вспомогательных колебаний.

Промежуточная частота обычно равна разности частот колебаний принимаемой станции и гетеродина. Следовательно, промежуточная частота является как бы частотой биений между частотами радиостанции и гетеродина.



Фиг. 301. Упрощенная схема преобразователя частоты супергетеродина.

Чтобы указанное условие выполнялось при приеме любой радиостанции, гетеродин должен всегда генерировать колебания с частотой, превышающей частоту колебаний приходящего сигнала точно на выбранную промежуточную.

В большинстве радиовещательных супергетеродинных приемников промежуточная частота равна 465 *кгц*. В некоторых приемниках выбрана промежуточная частота 110 *кгц*. Следовательно, гетеродин должен генерировать колебания такой частоты, которая бы соответственно на 465 или 110 *кгц* превышала частоту принимаемой радиостанции.

Так, например, если контуры промежуточной частоты приемника настроены на 465 *кгц*, то при приеме радиостанции, работающей на частоте 150 *кгц*, гетеродин должен генерировать колебания с частотой 615 *кгц*; при приеме станции, работающей на частоте 1 000 *кгц*, гетеродин должен генерировать колебания частотой 1 465 *кгц*; при приеме станции, работающей на частоте 10 000 *кгц*, частота колебаний гетеродина должна быть 10 465 *кгц* и т. д. Обеспечение необходимой разности между частотами настройки входного контура и контура гетеродина по всему диапазону частот (волн) носит название с о п р я ж е н и я этих контуров. Оно достигается соответствующим выбором индуктивности катушек для каждого диапазона и одновременным изменением емкостей конденсаторов этих контуров.

Настройка контуров промежуточной частоты в резонанс и точное сопряжение входного контура и контура преобразователя по всему диапазону принимаемых волн являются наиболее сложным делом при налаживании супергетеродина. Если сопряжение будет сделано нетщательно, супергетеродин будет работать плохо.

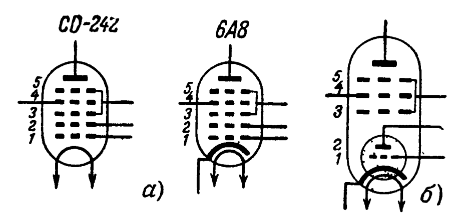
Гептод преобразователь

В преобразователях частоты подавляющего большинства промышленных и любительских супергетеродинов используются семиэлектродные лампы — гептоды преобразователи. Одна такая лампа заменяет две лампы: гетеродинную и смесительную. Гептод содержит в себе пять сеток, анод и катод. Наиболее распространены гептоды типов 6А7, 6А10С и 1А1П. Каждый из них содержит в себе по существу две лампы с общим электронным потоком: триод и пентод.

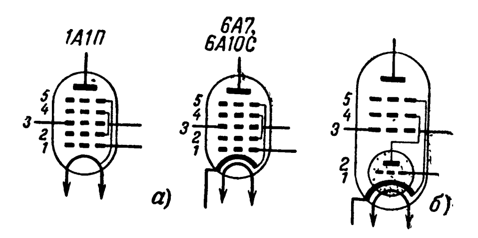
Гептоды типов 6А8 и СО-242 являются устаревшими. Их можно встретить только в приемниках довоенных и первых послевоенных моделей. Каждый из этих гептодов содержит в себе триод и тетрод. Ближайшая к катоду сетка ламп СО-242 и 6А8 (она обозначена цифрой *1* на фиг. 302) является управляющей сеткой триода, а анодом этого триода служит вторая сетка[1]. На фиг. 302,*б* вторая сетка условно изображена как анод, а весь триод — точками. Этот триод работает в гетеродине. В то же время он является как бы катодом для смесительной части лампы. Управляющей сеткой смесительной части лампы служит четвертая от катода сетка, а экранирующими — третья и пятая сетки, соединенные внутри лампы.

В гептодах 1А1П, 6А7 и 6А10С (фиг. 303,*а*) применена несколько иная комбинация сеток: катод, первая и вторая от катода сетки образуют триод (фиг. 302,*б*), используемый в гетеродине. Остальные сетки образуют пентод, работающий в смесителе: в нем третья сетка является управляющей, четвертая — экранирую-

[1] Вторая сетка представляет собой два тонких металлических прутка.



Фиг. 302. Условные изображения гептодов СО-242 и 6А8.



Фиг. 303. Условные изображения гептодов 1А1П, 6А10С и 6А7.

щей и пятая — защитной. Вторая сетка, кроме того, экранирует триод от пентода.

Рассмотрим две наиболее распространенные схемы преобразовательных каскадов супергетеродина.

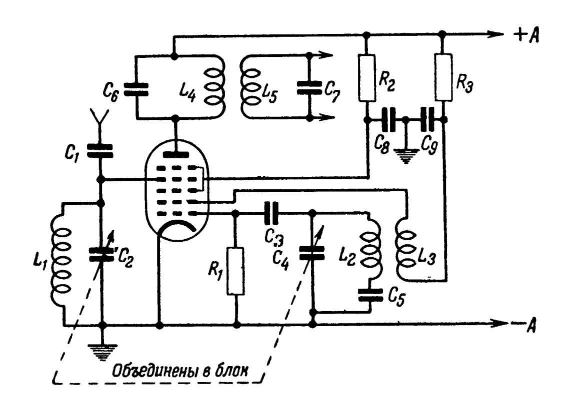
Первая из них, в которой может быть использован гептод СО-242, 6А8 или 1А1П, показана на фиг. 304. Здесь, как мы уже говорили, первая от катода сетка является управляющей сеткой, а вторая — анодом гетеродина. Третья и пятая сетки — экранирующие, четвертая — управляющая сетка смесителя.

В цепь управляющей сетки гетеродина включен колебательный контур $L_2C_4C_5$, а в цепь анода гетеродина — катушка обратной связи L_3. При правильном включении катушки L_3 и достаточной связи между нею и катушкой L_2 в контуре возникают незатухающие колебания высокой частоты. Конденсатор C_3 и сопротивление утечки сетки R_1 обеспечивают наивыгоднейший режим работы гетеродинной части лампы. Сопротивление R_3 и конденсатор C_9 являются развязывающей ячейкой гетеродина; они препятствуют проникновению генерируемых колебаний вспомогательной высокой частоты в общую цепь питания приемника. В то же время сопротивление R_3 обеспечивает на аноде гетеродина пониженное напряжение по сравнению с основным анодом гептода.

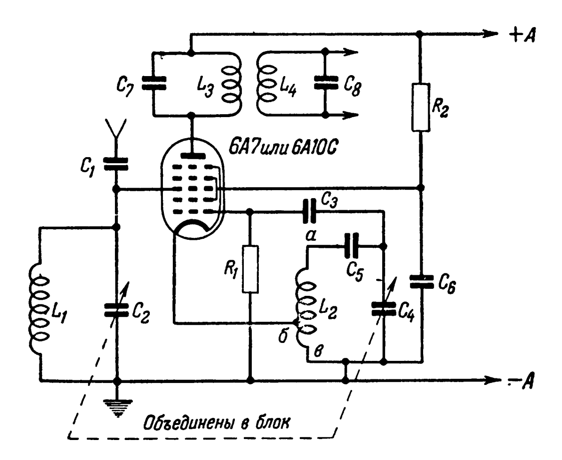
Частота колебаний гетеродина зависит от индуктивности катушки L_2 и емкостей конденсаторов C_4 и C_5; при настройке приемника эта частота плавно изменяется конденсатором переменной емкости C_4.

Входная цепь преобразовательного каскада ничем не отличается от входной цепи приемника прямого усиления. Она состоит из антенного конденсатора C_1 и контура L_1C_2. Настройка этого контура осуществляется конденсатором C_2, объединенным в блоке с конденсатором C_4 контура гетеродина.

Принимаемые модулированные колебания



Фиг. 304. Схема преобразователя на лампе 6А8, СО-242 или 1А1П.



Фиг. 305. Схема преобразователя на лампе 6А7 или 6А10С.

высокой частоты, на которые настроен контур L_1C_2, поступают к управляющей сетке смесительной части гептода и воздействуют на его анодный ток. Но на поток электронов гептода влияют еще колебания высокой частоты гетеродина. Эти два колебания, отличающиеся друг от друга по частоте, воздействуя совместно на электронный поток лампы, создают в анодной цепи колебания новой, промежуточной частоты, равной разности этих двух частот колебаний.

Схема преобразовательного каскада супергетеродина с гептодом 6А7 или 6А10С показана на фиг. 305. Она отличается от предыдущей схемы только гетеродинной частью. В ней гетеродин выполнен по так называемой *трехточечной схеме с параллельным питанием контура*. Ее так называют потому, что контур гетеродина подключается к лампе тремя точками: верхний конец катушки L_2 контура соединен с управляющей сеткой триодной части лампы через конденсатор C_3, нижний конец катушки — с анодом триодной части (второй сеткой) через конденсатор C_6, а отвод от катушки — с катодом. Через нижнюю часть катушки L_2 проходят как переменный, так и постоянные токи анода и экранирующих сеток.

Переменная составляющая анодного тока гептода, проходя по катушке от точки *б* к точке *в*, индуктирует во всей катушке L_2 переменное напряжение. Участок *б-в* катушки представляет собой как бы катушку обратной связи, которая входит одновременно в катушку колебательного контура.

При определенном соотношении витков участков *а-б* и *б-в* катушки L_2 в контуре $L_2C_4C_5$ возникнут незатухающие колебания высокой вспомогательной частоты. Обычно число витков участка *б-в* составляет $^1/_4$ — $^1/_3$ часть об-

щего числа витков всей катушки гетеродинного контура. Частота колебаний гетеродина определяется индуктивностью катушки L_2 и емкостью конденсаторов C_4 и C_5.

Независимо от схемы преобразователя частота колебаний гетеродина всегда должна превышать частоту принимаемой радиостанции точно на выбранную промежуточную частоту. Поскольку конденсаторы переменной емкости входного и гетеродинного контуров обычно одинаковы, индуктивность гетеродинной катушки должна быть несколько меньше (меньшее число витков) индуктивности катушки L_1 входного контура.

Обращаем внимание на включение конденсатора C_5. В обеих схемах (фиг. 304 и 305) он включен в контур гетеродина последовательно с конденсатором переменной емкости C_4. Он уменьшает емкость контура, сокращая этим диапазон частот генерируемых колебаний. Это необходимо для точного сопряжения контуров, т. е. для того, чтобы по всему диапазону была строгая согласованность между частотами принимаемой станции и гетеродина, чтобы в любой точке настройки данного диапазона частота гетеродина превышала частоту принимаемого сигнала точно на выбранную частоту, на которую настроены контуры трансформатора промежуточной частоты. Для этой же цели параллельно гетеродинной катушке подключают конденсатор (C_9 на фиг. 299). Эти конденсаторы называют **сопрягающими**. Их включают в гетеродинные контуры длинноволнового и средневолнового диапазонов; в контурах коротковолновых диапазонов их обычно не бывает.

Точное сопряжение входных и гетеродинных контуров и настройка контуров трансформатора промежуточной частоты супергетеродина — обязательное условие для хорошей работы приемника. Для облегчения сопряжения контуров в супергетеродинах чаще применяют отдельные катушки для каждого диапазона, а не общие катушки с отводами, как это зачастую делается в приемниках прямого усиления.

Наш первый сетевой супергетеродин

Принципиальная схема наиболее простого трехдиапазонного супергетеродина с питанием от сети переменного тока показана на фиг. 299. Правая часть схемы, начиная с конденсатора C_{16} и включая цепь обратной связи, является точным повторением трехлампового приемника прямого усиления (см. фиг. 242); оттуда же можно взять и схему выпрямителя. Каскад усиления высокой частоты приемника прямого усиления заменен преобразователем. В результате получился трехламповый супергетеродин с обратной связью.

В преобразователе этого супергетеродина работает гептод 6А10С ($Л_1$), в сеточном детекторе с обратной связью по промежуточной частоте — пентод 6Ж7 ($Л_2$), в оконечном каскаде — лучевой тетрод 6П6С ($Л_3$). Если лампу 6П6С заменить лампой 6П3С, то выходная мощность приемника возрастет.

Связь входного контура приемника с антенной — емкостная; антенна присоединяется к этому контуру через конденсатор C_1. Входной контур состоит из конденсатора переменной емкости C_4 и одной из трех катушек: коротковолновой L_1, средневолновой L_2 или длинноволновой L_3. Каждая из этих катушек может быть подключена к конденсатору переменной емкости C_4 переключателем диапазонов $П_1$. Контур гетеродина состоит из конденсатора переменной емкости C_{12} и, так же как и входной, из катушек: коротковолновой L_4, средневолновой L_5 или длинноволновой L_6. Включение этих катушек в контур гетеродина осуществляется переключателями $П_2$ и $П_3$. Конденсаторы переменной емкости C_4 и C_{12} объединены в блок. Переключатели $П_1$, $П_2$ и $П_3$ действуют одновременно и представляют собой единую конструкцию.

Установка переключателя в положение *1* соответствует коротковолновому, в положение *2* — средневолновому и в положение *3* — длинноволновому диапазонам. При настройке приемника на одном из диапазонов, катушки других диапазонов участия в работе не принимают.

Конденсаторы C_7, C_9 и C_{11} контура гетеродина, а также конденсаторы C_2, C_3, C_8 и C_{10} являются сопрягающими на длинноволновом и средневолновом диапазонах. У коротковолновых катушек сопрягающих конденсаторов нет.

В анодную цепь смесительной лампы $Л_1$ включен контур L_7C_{13}. Такой же контур L_8L_{15} находится в цепи сетки детекторной лампы $Л_2$. Оба эти контура настроены на частоту 465 *кгц* и образуют трансформатор промежуточной частоты. Конденсаторы C_{14}, C_{17} и катушка L_9 образуют цепь обратной связи, которая регулируется конденсатором C_{14}. Катушка обратной связи располагается на каркасе между катушками L_7 и L_8.

Приемник ориентировочно охватывает такие диапазоны волн: коротковолновый от 25 до 60 *м*, средневолновый от 200 до 550 *м* и длинноволновый от 700 до 2 000 *м*.

Входные и гетеродинные катушки — самодельные. Их устройство показано на фиг. 306.

Количество витков катушек и рекомендуемый для их намотки провод указаны в таблице.

Диапазоны	Коротковолновый		Средневолновый		Длинноволновый	
Катушки	Входная L_1	Гетеродинная L_4	Входная L_2	Гетеродинная L_5	Входная L_3	Гетеродинная L_6
Число витков	8	$7^3/_4$ витка, отвод от 3-го витка	60+20 витков	50+20 витков, отвод от 12-го витка	270+40 витков	110+20 витков, отвод от 16-го витка
Провода	ПЭЛ или ПЭ 0,5—0,8 *мм*		ПЭШО или ПЭЛ 0,15—0,25 *мм*			

Все катушки наматываются на самодельных цилиндрических картонных каркасах или картонных гильзах от охотничьего ружья диаметром 20 *мм*. Коротковолновые катушки — однослойные, намотаны с принудительным шагом с таким расчетом, чтобы общая длина намотки составляла не более 12 *мм*. Отвод гетеродинной катушки припаивается к третьему витку. Нужно следить, чтобы при пайке не получалось замыкания между соседними витками.

Входные и гетеродинные катушки средневолнового и длинноволнового диапазонов — многослойные, наматываются внавал между щечками. Все они имеют подстроечные секции, намотанные в один-два слоя на картонных или прессшпановых кольцах шириной 8—10 *мм*. Каждая подстроечная секция должна иметь возможность передвигаться по каркасу. Такая конструкция катушек облегчает подстройку контуров, избавляя от кропотливой отмотки или домотки катушек во время налаживания приемника. Чтобы витки подстроечных секций не сползали, их можно скрепить лаком, клеем, расплавленным сургучом или канифолью. В нижней части каркасов средневолновых и длинноволновых катушек имеются скобочки из толстого монтажного провода. К ним припаиваются выводы и отводы катушек, которые затем соединяются с другими деталями приемника.

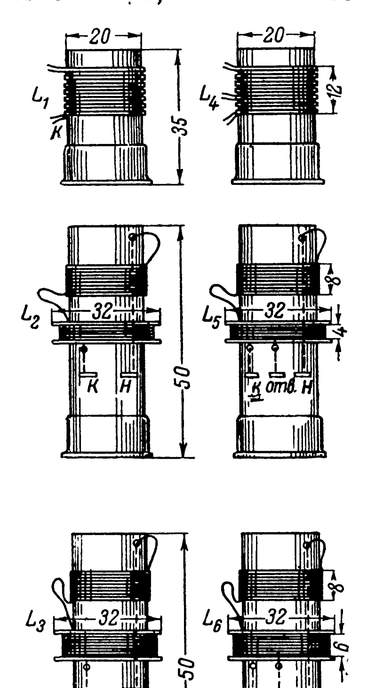
В супергетеродине можно использовать также контурные катушки от заводского приемника «Москвич», исключив из приемника коротковолновой диапазон.

Трансформатор промежуточной частоты должен быть рассчитан на частоту 465 *кгц*, например трансформаторы от приемников «Салют», ВЭФ М-755, «Родина» и многих других супергетеродинов. Катушки этих трансформаторов (фиг. 307,*а*) имеют высокочастотные сердечники, а также вмонтированные конденсаторы емкостью по 120 *пф* (C_{13} и C_{15} на фиг. 299). Чтобы использовать такой трансформатор в нашем приемнике, надо только между катушками намотать катушку обратной связи L_9, как показано на фиг. 307,*б*, состоящую из 25—30 витков провода ПЭЛ или ПЭ 0,15 0,2 *мм*. Выводы этой катушки пропускаются через гетинаксовую панельку трансформатора.

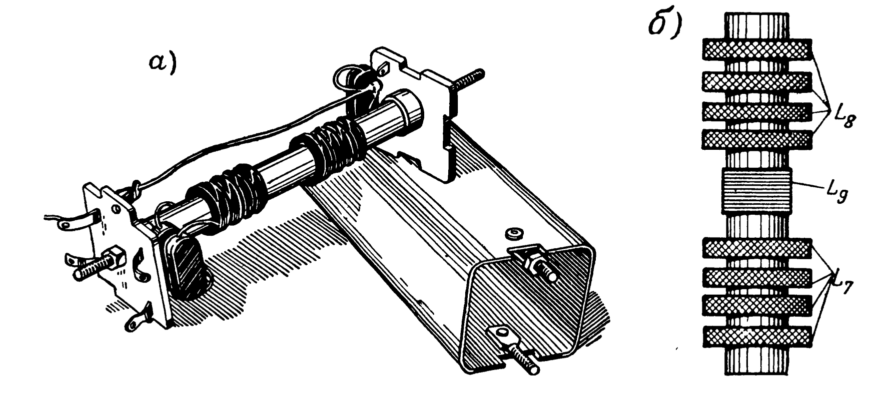
Переключатель диапазонов — двухплатный на три положения.

Данные остальных деталей супергетеродина указаны на его схеме.

Чтобы переделать трехламповый приемник прямого усиления в супергетеродин, нужно только перемонтировать его каскад усиления



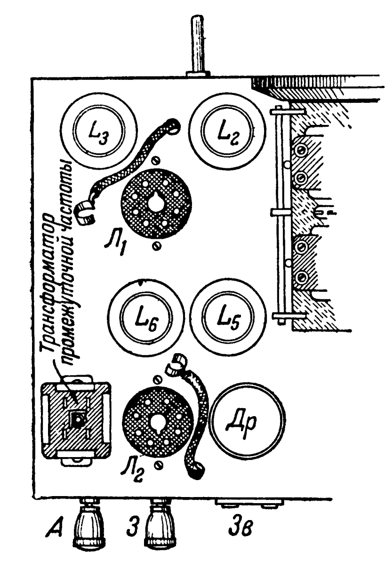
Фиг. 306. Катушки для простого супергетеродина.



Фиг. 307. Трансформатор промежуточной частоты.

высокой частоты. Для этого удалите из него катушки колебательных контуров, один (первый) дроссель высокой частоты, размонтируйте панельку первой лампы, оставив только цепь накала и соединение первого гнезда панельки с заземленным проводником. Затем укрепите на панели трансформатор промежуточной частоты и контурные катушки, переключатель диапазонов. Катушки длинноволнового и средневолнового диапазонов укрепите поверх панели, а катушки коротковолнового диапазона — под панелью, возле переключателя диапазонов.

Примерное расположение на панели деталей, относящихся к преобразователю супергетеродина, показано на фиг. 308. Монтаж этой части приемника производите, руководствуясь принципиальной схемой.



Фиг. 308. Расположение на панели деталей, относящихся к преобразователю частоты супергетеродина.

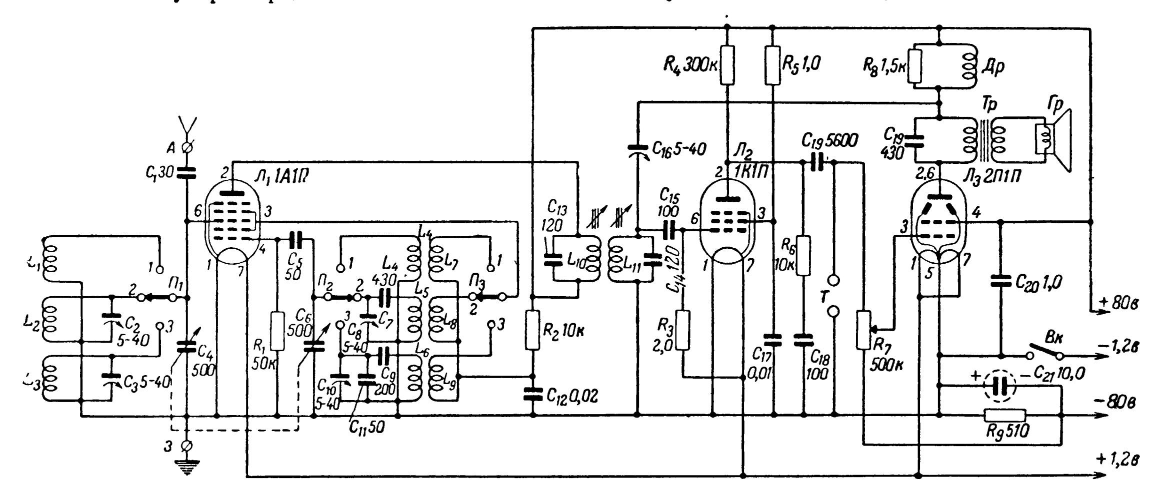
Во время переделки приемника конденсатор обратной связи C_{14} можно перенести на заднюю стенку панели, расположив его вблизи трансформатора промежуточной частоты. Его можно также заменить подстроечным конденсатором емкостью 5—40 *пф*, а разделительный конденсатор C_{17} из схемы исключить. В этом случае параллельно подстроечному конденсатору надо присоединить конденсатор, емкость которого должна быть подобрана опытным путем во время налаживания приемника. Подстроечный конденсатор можно укрепить рядом с трансформатором промежуточной частоты. На месте, освободившемся от конденсатора обратной связи, можно установить регулятор тембра звука.

Наш первый батарейный супергетеродин

Принципиальная схема простого батарейного супергетеродина показана на фиг. 309. Он, так же как и предыдущий супергетеродин, трехдиапазонный, трехламповый с обратной связью. В преобразователе работает лампа 1А1П ($Л_1$), в сеточном детекторе — лампа 1К1П ($Л_2$) и в выходном каскаде — лампа 2П1П ($Л_2$). Гнезда *Т* предназначены для включения телефонных трубок, когда не требуется громкоговорящий прием. В этом случае выходная лампа вытаскивается из панельки и приемник работает в экономичном режиме.

Катушки L_1, L_4, L_7 — коротковолновые, L_2, L_5 и L_8 — средневолновые, L_3, L_6, L_9 — длинноволновые. Из них катушки L_1, L_2 и L_3 являются катушками входных контуров, L_4, L_5, L_6 — контуров гетеродина, а L_7, L_8 и L_9 — катушками обратной связи гетеродина.

Переход на прием того или иного диапазона осуществляется переключателями $П_1$, $П_2$ и



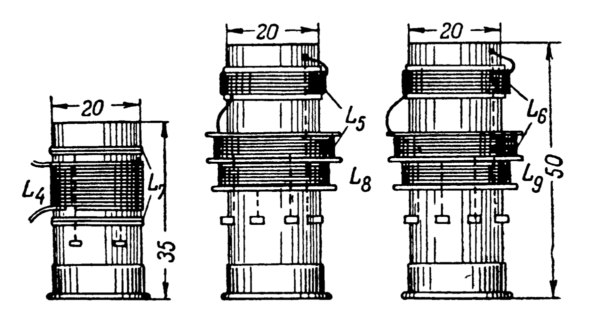
Фиг. 309. Принципиальная схема простого батарейного супергетеродина.

$Л_3$, а плавная настройка — конденсаторами переменной емкости C_4 и C_6 (блок конденсаторов). Конденсаторы C_2, C_3, C_8, C_{10} — подстроечные, а конденсаторы C_7, C_9 и C_{11} — сопрягающие контуров средневолнового и длинноволнового диапазонов приемника. Сопротивление R_2 и конденсатор C_{12} — ячейка развязывающего фильтра гетеродина. Напряжение на вторую и четвертую сетки лампы $Л_1$ подается через катушку обратной связи того диапазона, который включен. Сопротивление R_1 и конденсатор C_5 являются деталями цепи сетки гетеродина. Контуры $L_{10}C_{13}$ и $L_{11}C_{14}$, настроенные на частоту 465 *кгц*, образуют трансформатор промежуточной частоты. Колебания промежуточной частоты, создающиеся в контуре $L_{11}C_{14}$, детектируются лампой $Л_2$ (сеточное детектирование). Лампа $Л_3$ усиливает колебания низкой частоты.

Сравните схему этого супергетеродина со схемой трехлампового батарейного приемника (фиг. 207) и вы увидите, что детекторный и выходной каскады этих приемников совершенно одинаковы. Следовательно, для того чтобы изготовленный вами приемник прямого усиления превратить в простой супергетеродин, надо перемонтировать его первый высокочастотный каскад.

Катушки входных контуров L_1, L_2 и L_3 и трансформатор промежуточной частоты — такие же, как в описанном выше сетевом супергетеродине.

Устройство катушек гетеродина показано на фиг. 310. Контурные катушки и катушки обратной связи гетеродина каждого диапазона располагаются на одном каркасе. Коротковолновая контурная катушка L_4 имеет $6^3/_4$ витка провода ПЭ или ПЭЛ 0,8—1,0 *мм*. На этом же каркасе по обе стороны контурной катушки намотана катушка обратной связи L_7, содержащая 10—12 витков (по пять витков с каждой стороны) провода ПЭ или ПЭЛ 0,15—0,20 *мм*. Средневолновая и длинноволновая гетеродинные катушки L_5 и L_6 намотаны между щечками и имеют подстроечные секции на картонных кольцах. Рядом с ними, также между картонными щечками, намотаны относящиеся к ним катушки обратной связи. Катушка L_5 имеет 50 + 15 витков, катушка L_8—40 витков, катушка L_6—110 + 20 витков и катушка L_9 — 60 витков. Все они намотаны проводом ПЭШО, ПЭ или ПЭЛ 0,15—0,20 *мм*. Начала и концы катушек припаиваются к выводным проволочным скобочкам, укрепленным в нижней части каркасов.



Фиг. 310. Катушки контуров гетеродина.

В супергетеродине могут быть применены также катушки с высокочастотными сердечниками (фиг. 212,*а*), используемые в трехламповом приемнике прямого усиления. В этом случае супергетеродин будет двухдиапазонным (коротковолновый диапазон может быть исключен). Для этого надо только уменьшить число витков катушек L_3 и L_4 (см. фиг. 207), чтобы они были пригодны для работы в средневолновом и длинноволновом контурах гетеродина, и намотать поверх них катушки обратной связи. Число витков первой катушки надо уменьшить до 100 (она будет катушкой L_5), а второй — до 125 витков (она будет катушкой L_6). Поверх первой катушки надо намотать 60—65 витков провода ПЭ или ПЭЛ 0,15—0,20 *мм* (катушка L_8), а поверх второй — 70—75 витков того же провода (катушка L_9). Входные катушки приемника прямого усиления остаются в супергетеродине без каких-либо изменений.

Данные конденсаторов и сопротивлений приемника указаны на схеме.

Чтобы переделать смонтированный приемник прямого усиления в супергетеродин, надо заменить контурные катушки (или изменить данные катушек, как указано), укрепить трансформатор промежуточной частоты, заменить старый переключатель двухплатным, рассчитанным на три положения включения (или добавить к старому переключателю группу замыкающих контактов, если супергетеродин будет двухдиапазонным). Трансформатор промежуточной частоты располагайте между первой и второй лампами, катушки — возле переключателя диапазонов, сопрягающие и подстроечные конденсаторы — рядом с катушками. Желательно, чтобы входные и гетеродинные катушки были разделены экраном. После этого соедините по схеме все детали, стараясь, чтобы монтажные проводники были возможно короче.

При монтаже гетеродинной части преобразователя надо помнить, что если контурная катушка и ее катушка обратной связи намотаны в одну сторону, то начало контурной катушки должно подключаться к сетке гетеродина, а конец катушки обратной связи — к аноду гетеродина. Иначе генерации не возникнет и при-

емник работать не будет. При неправильном включении этих катушек, что обнаружится во время налаживания приемника, надо поменять местами выводы катушки обратной связи того диапазона, который не будет работать.

Схема обратной связи, повышающей чувствительность приемника, может быть изменена, например, выполнена так же, как в сетевом супергетеродине. В этом случае все детали, относящиеся к обратной связи (C_{16}, C_{18}, R_6, R_8 и дроссель высокой частоты *Др*), из схемы надо исключить. При этом дроссель высокой частоты надо будет включить между анодом лампы $Л_2$ и нагрузочным сопротивлением R_4 (разделительный конденсатор C_{19} должен быть подключен к точке соединения дросселя с сопротивлением R_4) и намотать на трансформаторе промежуточной частоты катушку обратной связи (80—90 витков провода ПЭ или ПЭЛ 0,15—0,20 *мм*). Наивыгодная величина обратной связи будет подгоняться подстроечным конденсатором во время налаживания приемника.

Налаживание супергетеродина

После проверки монтажа и подключения к приемнику питания желательно проверить напряжения на электродах преобразовательной лампы. На ее аноде должно быть почти полное напряжение выпрямителя (или анодной батареи), а на экранирующей сетке — примерно $1/2$ часть этого напряжения.

Проверив работу низкочастотной части приемника известными вам способами (было рассказано в 27-й беседе), можно приступить к настройке преобразователя. Сначала надо настроить в резонанс контуры трансформатора промежуточной частоты, затем подогнать диапазоны гетеродинных контуров и, наконец, настроить входные контуры.

Сердечники катушек трансформатора промежуточной частоты нужно вначале установить примерно в среднее положение, а цепь обратной связи временно отключить. Антенна и заземление включаются в соответствующие им гнезда. После этого надо настроиться на какую-либо радиостанцию длинноволнового или средневолнового диапазона и медленным вращением сердечников трансформатора промежуточной частоты (сначала катушки контура сетки детекторной лампы, затем катушки анодного контура преобразовательной лампы) добиться наибольшей громкости приема. Если радиостанции сразу слышны не будут, антенну можно присоединить непосредственно к управляющей сетке первой лампы, минуя антенный конденсатор C_1. Произведя предварительную подстройку трансформатора промежуточной частоты, нужно антенну вновь включить в ее гнездо. Затем, не изменяя настройки приемника, нужно включить обратную связь детекторной лампы и добиться генерации.

Величину обратной связи надо подобрать такой, чтобы приемник находился в положении, близком к порогу генерации, но не на самом пороге. Это будет соответствовать наибольшему усилению. После этого надо окончательно подстроить в резонанс контуры трансформатора промежуточной частоты сердечниками и перейти к подстройке гетеродинных и входных контуров. Здесь порядок подстройки диапазонов не имеет значения, так как каждый из них имеет отдельные катушки.

Подстройка гетеродинных и входных контуров супергетеродина почти ничем не отличается от настройки в резонанс контуров приемника прямого усиления.

Диапазон принимаемых волн (начало его и конец) устанавливается контурами гетеродина, а затем под частоту этих контуров подстраиваются катушки входных контуров. В конце диапазона сопряжение производится уменьшением или увеличением индуктивности перемещением подстроечных секций катушек (или высокочастотными сердечниками), а в начале диапазона — подстроечными конденсаторами. Индуктивность коротковолновых катушек можно изменить путем сближения или раздвижения их витков. После настройки входного и гетеродинного контуров может появиться необходимость более точной настройки контуров промежуточной частоты.

Окончательно налаженный приемник при нормальной наружной антенне и хорошем заземлении должен обеспечивать громкий прием большого числа радиовещательных станций на всех диапазонах.

Пользуясь приемником, надо помнить, что дальние радиостанции, работающие на средневолновом диапазоне, хорошо слышны поздним вечером и совсем не слышны днем; зимой они слышны лучше, чем летом.

Настройка на радиостанции коротковолнового диапазона требует большой точности. Достаточно хотя бы немного изменить емкость конденсаторов настройки, чтобы пропустить две-три радиостанции. Поэтому вращать ручки оси конденсаторов надо очень медленно.

При приеме коротковолновых радиостанций заметны замирания приема. Для простейшего супергетеродина это явление неизбежно, так как в нем нет автоматической регулировки усиления.

Преимущества супергетеродина

Одно из основных преимуществ супергетеродина заключается в том, что его чувствительность по всему диапазону, включая и короткие волны, более равномерна, чем у приемника прямого усиления.

Супергетеродин, кроме того, обладает более высокой избирательностью. Это объясняется большим числом колебательных контуров, имеющихся в нем, по сравнению с приемником прямого усиления. При этом настраивать приходится только два контура (входной и гетеродинный). Усиление супергетеродина нетрудно увеличить, если между преобразователем и детектором ввести один каскад усиления промежуточной частоты. Такой дополнительный каскад дает значительно большее усиление, чем каскад усиления высокой частоты приемника прямого усиления.

В супергетеродине с каскадом усиления промежуточной частоты имеется возможность отказаться от сеточного детектирования, применив диодный детектор. При этом повысится качество звучания; можно ввести автоматическую регулировку усиления (АРУ), добавить в схему электронный указатель настройки («магический глаз»).

Как видите, супергетеродин имеет перед приемником прямого усиления много преимуществ. Но супергетеродинный приемник в то же время значительно сложнее приемника прямого усиления.

Всеволновый супергетеродинный приемник РЛ-1

В заключение беседы о супергетеродинном радиоприемнике приводим краткое описание сетевого приемника РЛ-1 *.

Супергетеродин РЛ-1 является трехдиапазонным четырехламповым (не считая кенотрона) приемником, рассчитанным на прием радиовещательных станций, работающих в длинноволновом (2000—750 *м*), средневолновом (550—200 *м*) и коротковолновом (50—20 *м*) диапазонах.

Приемник питается от сети переменного тока напряжением 110—220 *в*. Он обеспечивает устойчивый прием многих радиовещательных станций на комнатную антенну и может быть использован для проигрывания граммофонных пластинок при помощи звукоснимателя.

Принципиальная схема приемника РЛ-1 показана на фиг. 312. Первая его лампа — гептод 6А8 — работает в преобразователе частоты, вторая — 6К7 (или 6К9С) — в каскаде усиления промежуточной частоты, третья — 6Г7 — в качестве детектора (один ее диод), как АРУ — автоматический регулятор усиления (второй ее диод) и как предварительный усилитель низкой частоты (триодная часть). Четвертая лампа — 6Ф6С — работает в выходном каскаде[1]. В выпрямителе используется двуханодный кенотрон 5Ц4С.

Разберем отдельные узлы и цепи приемника.

Преобразователь частоты. Катушки L_1, L_2, L_7 и L_8 — коротковолновые, L_3, L_4, L_9 и L_{10} — средневолновые, L_5, L_6, L_{11} и L_{12} — длинноволновые. Из них катушки L_1 — L_6 являются входными, а остальные — гетеродинными. $Тр_1$ и $Тр_2$ — трансформаторы промежуточной частоты.

Переключение диапазонов осуществляется контактами $П_1$, $П_2$, $П_3$ и $П_4$ переключателя (двухплатный переключатель на три положения).

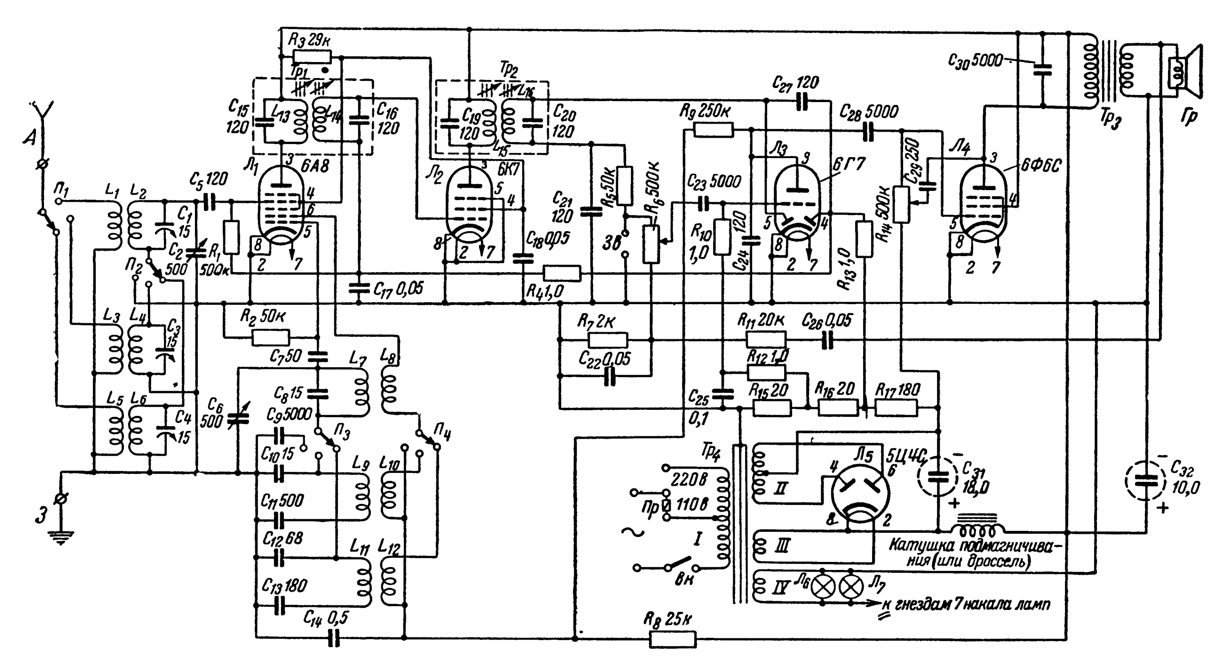
Входные настраиваемые колебательные контуры связаны с антенной индуктивно при помощи катушек L_1 (для коротковолнового контура L_2C_2), L_3 (для средневолнового контура L_4C_2) и L_5 (для длинноволнового контура L_6C_2). При приеме на средневолновом и длинноволновом диапазонах катушки коротковолнового диапазона остаются включенными последовательно с катушками этих диапазонов. Конденсаторы C_1, C_3 и C_4 — подстроечные входных контуров.

Усилитель промежуточной частоты и диодный детектор. В анодную цепь лампы преобразователя частоты включен контур $L_{13}C_{15}$ первого трансформатора промежуточной частоты. Напряжение промежуточной частоты, развивающееся на контуре $L_{14}C_{16}$ этого же трансформатора, подается на управляющую сетку лампы 6К7 и усиливается ею.

В контуре $L_{15}C_{19}$ трансформатора $Тр_2$, включенном в анодную цепь лампы 6К7, получаются усиленные колебания промежуточной частоты. С контура $L_{16}C_{20}$ этого трансформатора колебания подаются на левый диод лампы 6Г7, который их детектирует. В цепь диодного детектора входят: промежуток катод — анод левого диода лампы, катушка L_{16}, сопротивления R_5, R_6 и R_7. В этой цепи возникает составляющая низкой частоты. Наибольшее напряжение получается на переменном сопро-

* Этот супергетеродин разработал радиолюбитель Б. Н. Хитров.

[1] Лучшие результаты можно получить с лампой 6П6С, уменьшив при этом сопротивление R_{17} до 160 *ом*.



Фиг. 311. Схема приемника РЛ-1.

тивлении R_6. Через ползунок сопротивления R_6, являющегося регулятором громкости, и разделительный конденсатор C_{23} напряжение низкой частоты подается на управляющую сетку триодной части лампы 6Г7.

Напряжение низкой частоты, усиленное лампой 6Г7, с анодного нагрузочного сопротивления R_9 через конденсатор связи C_{28} подается на управляющую сетку выходной лампы 6Ф6С.

Сопротивление R_8 и конденсатор C_{14} образуют ячейку развязывающего фильтра гетеродина и триодной части лампы 6Г7.

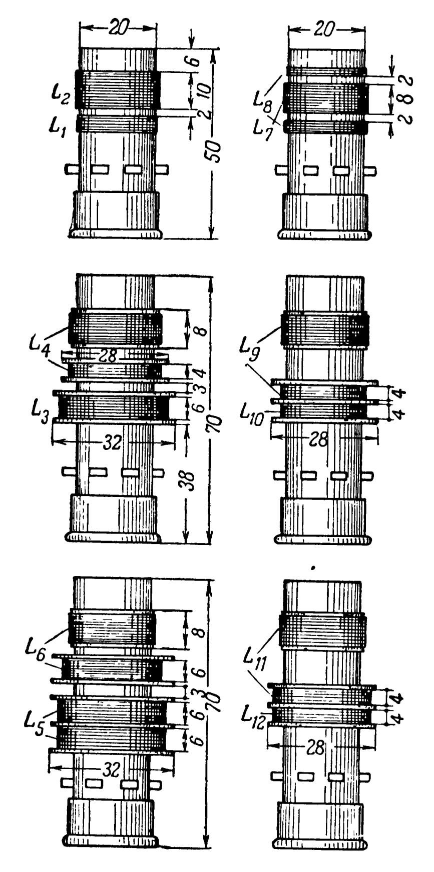
Напряжение на экранирующие сетки первых двух ламп приемника подается через общее сопротивление R_3, заблокированное конденсатором C_{18}.

С м е щ е н и е. В этом приемнике катоды усилительных ламп соединены с заземленным проводником, а для подачи отрицательного напряжения смещения на управляющие сетки ламп используется делитель напряжения, состоящий из последовательно соединенных сопротивлений R_{15}, R_{16} и R_{17}, включенных в общую цепь питания анодов и экранирующих сеток всех ламп. Проследим цепь анода лампы 6Ф6С. Анодный ток этой лампы идет по цепи: катод лампы 5Ц4С — катушка подмагничивания электродинамического громкоговорителя (или дроссель фильтра, если в приемнике используется громкоговоритель с постоянным магнитом) — первичная обмотка выходного трансформатора Tp_3 — участок анод — катод лампы 6Ф6С — общий заземленный проводник — сопротивления R_{15}, R_{16} и R_{17} и далее через обмотку *II* трансформатора Tp_4 и лампу 5Ц4С на ее катод. Точно так же можно проследить по схеме другие цепи приемника. На сопротивлениях R_{15}, R_{16} и R_{17} получается падение напряжения постоянного тока с плюсом на левом конце цепочки, соединенном с заземленным проводником, и минусом на правом конце, соединенном со средним выводом обмотки *II* силового трансформатора Tp_4. Наибольшее отрицательное напряжение смещения (около — 16 *в*) подается на управляющую сетку лампы 6Ф6С через сопротивление R_{14}. Часть этого напряжения (около — 3 *в*) подается через сопротивление R_{13} на правый диод лампы 6Г7 и одновременно на управляющую сетку лампы 6К7 (через сопротивление R_4 и катушку L_{14}) и на управляющую сетку лампы 6А8 (через сопротивления R_4 и R_1). Еще меньшая часть напряжения (около — 1,5 *в*) подается с делителя на управляющую сетку лампы 6Г7 (через сопротивления R_{12} и R_{10}).

А в т о м а т и ч е с к а я р е г у л и р о в к а у с и л е н и я. Выше мы говорили, что при радиоприеме, особенно на коротких волнах, наблюдаются «замирания». Для борьбы с ними в приемниках применяют автоматическую регулировку усиления. Она заключается в том, что при усилении сигнала на управляющих сетках приемных ламп автоматически увеличи-

вается отрицательное смещение, что приводит к уменьшению даваемого ими усиления.

В данном приемнике отрицательное смещение, регулирующее усиление, получается при помощи правого диода лампы 6Г7. На его анод подается отрицательное напряжение, называемое напряжением «задержки»; оно равно напряжению смещения первых двух ламп (—3 *в*). На анод этого же диода через конденсатор C_{27} подается переменное напряжение промежуточной частоты с контура $L_{16}C_{20}$. Пока амплитуда напряжения переменного тока на аноде диода не превышает постоянного напряжения «задержки», в цепи диода тока нет. Как только амплитуда переменного напряжения будет больше напряжения «задержки», в цепи правого диода создастся выпрямленный ток. Этот ток создает на сопротивлении R_{13} напряжение со знаком минус на аноде диода. Складываясь с напряжением смещения, оно будет подано на управляющие сетки ламп 6А8 и 6К7 и создаваемое ими усиление уменьшится. Если же принимаемый сигнал радиостанции ослабнет, уменьшатся ток диода АРУ и напряжение смещения до нормального, вновь возрастет усиление. Сопротивление R_4 и конденсатор C_{17} являются разрывающей ячейкой цепи АРУ.



Фиг. 312. Устройство катушек приемника РЛ-1.

Отрицательная обратная связь. В приемнике имеются две цепи отрицательной обратной связи. Одна из них улучшает частотную характеристику усилителя низкой частоты, а другая используется для регулировки тембра звука. По первой цепи, состоящей из конденсаторов C_{26}, C_{22} и сопротивления R_{11}, напряжение низкой частоты со вторичной обмотки выходного трансформатора подается в цепь сетки триодной части лампы 6Г7. Так как емкостное сопротивление конденсатора C_{26} на нижних звуковых частотах возрастает, величина отрицательной обратной связи на этих частотах уменьшается; вследствие этого возрастает усиление колебаний нижних частот. С увеличением звуковой частоты емкостное сопротивление конденсатора C_{22} падает, сопротивление участка $C_{22}R_7$ уменьшается, а это приводит к ослаблению обратной связи для более высоких звуковых частот, и усиление на этих частотах возрастает. В результате получается, как говорят, подъем нижних и верхних звуковых частот, вследствие чего звучание громкоговорителя приобретает приятный тембр.

Другая цепь отрицательной обратной связи, состоящая из конденсатора C_{29} и переменного сопротивления R_{14}, используется для ручной регулировки тембра. При помощи нее можно ослабить верхние звуковые частоты. Когда движок сопротивления R_{14} находится в крайнем верхнем (по схеме) положении, верхние частоты усиливаются меньше, чем в крайнем нижнем его положении.

Детали и монтаж. Электрические величины конденсаторов и сопротивлений указаны на схеме фиг. 311. Конденсаторы сглаживающего фильтра выпрямителя C_{31} и C_{32} — электролитические на рабочее напряжение 350—400 *в*. Конденсаторы C_7, C_{23}, C_{28} и C_{29} должны быть слюдяными, остальные — любого типа. Сопротивления R_6 и R_{14} — переменные: одно из них должно быть с выключателем (для включения приемника в сеть). Сопротивления R_{15}, R_{16} и R_{17} — проволочные, остальные могут быть любого типа. Отклонение от указанных на схеме величин конденсаторов и сопротивлений допустимо до 10—20%.

Трансформаторы промежуточной частоты $Тр_1$ и $Тр_2$ рассчитаны на частоту 465 *кгц*.

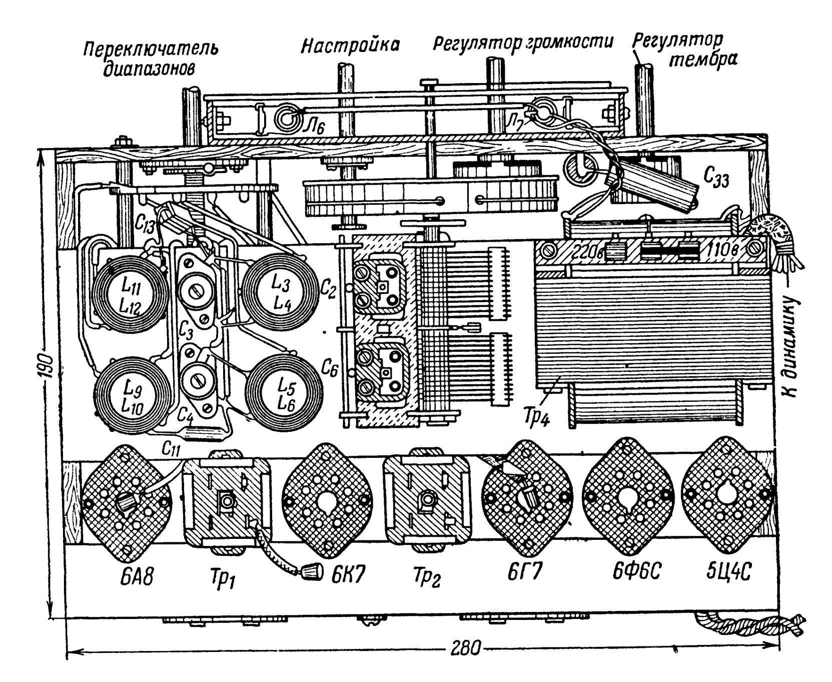
Устройство катушек показано на фиг. 312. Все они наматываются на картонных охотничьих гильзах диаметром 20 *мм*. Длинноволновые и средневолновые катушки входных и гетеродинных контуров имеют для подстройки дополнительные секции, намотанные на бумаж-

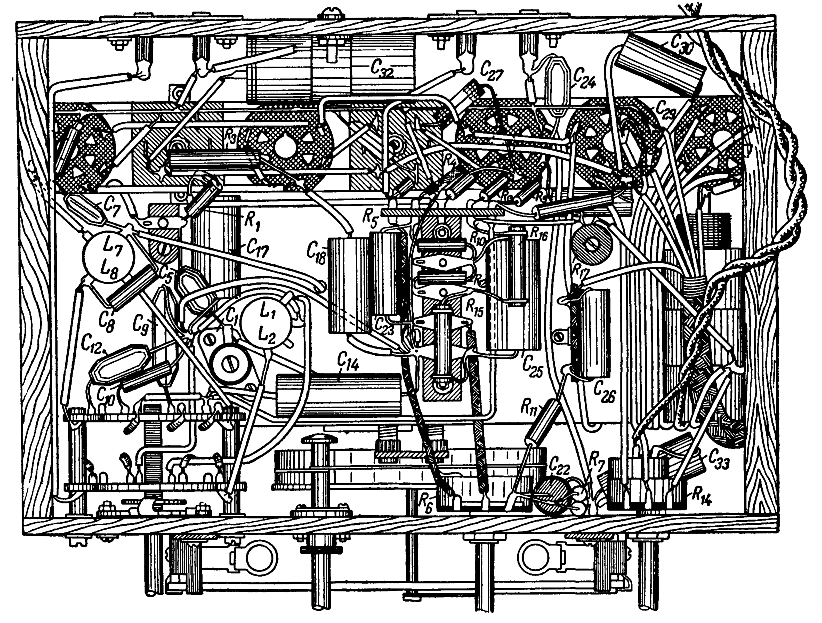
ных кольцах шириной 8 *мм*. Катушка L_1 имеет 10 витков, L_2 — 7 витков, L_3 — 250 витков, L_4 — 60 + 20 витков, L_5 — 500 + 500 витков, L_6 — 270 + 40 витков, L_7 — $6^3/_4$ витка, L_8 — 10 витков, L_9 — 50 + 15 витков, L_{10}—40 витков, L_{11} — 110 + 20 витков, L_{12}—60 витков. Коротковолновые катушки L_2—L_7 наматываются проводом ПЭ или ПЭЛ 0,8—1,0 *мм*, остальные — проводом ПЭШО или ПЭЛ 0,15—0,20 *мм*.

Электродинамический громкоговоритель — с подмагничиванием мощностью 2,5—3 *вт*. Его катушка подмагничивания используется как дроссель сглаживающего фильтра выпрямителя. Если в приемнике будет использован динамик с постоянным магнитом, то в фильтр включается дроссель низкой частоты, содержащий 3 500—4 000 витков провода ПЭЛ 0,2 *мм*, намотанных на сердечнике сечением 5—6 *см²*. Выходной трансформатор $Тр_3$ монтируется на громкоговорителе. Силовой трансформатор $Тр_4$—любого типа (самодельный или заводской) на мощность не менее 70 *вт*.

Лампочки $Л_6$ и $Л_7$ на напряжение 6,3 *в* служат для освещения шкалы приемника.

Расположение деталей на панели и монтаж приемника показаны на фиг. 312. Панель дощатая. Ее горизонтальная площадка сделана из двух дощечек размером 30 × 280 и 95 × 280 *мм*, что облегчает изготовление панели и крепление на ней деталей. Экраны трансформаторов промежуточной частоты, сердечник силового трансформатора и корпуса переменных сопротивлений заземлены.





Фиг. 313. Расположение деталей на панели и монтаж приемника РЛ-1.

Приемник может быть смонтирован также на металлической панели подходящих размеров.

Монтаж приемника производится согласно его принципиальной схеме.

Настройка. Низкочастотная часть супергетеродина РЛ-1 испытывается и налаживается точно так же, как низкочастотная часть приемника прямого усиления (или усилитель). После этого производится подстройка катушек контуров, сначала трансформаторов промежуточной частоты, а потом гетеродинных и входных. Это лучше делать при помощи модулированного гетеродина. При отсутствии его настройку контуров делают по сигналам принимаемых радиостанций.

Присоединив к приемнику антенну (можно кусок провода длиной 4—5 *м*), настраиваемся на какую-либо станцию средневолнового диапазона. Медленно вращая высокочастотные сердечники катушек сначала второго, а потом первого трансформаторов промежуточной ча-

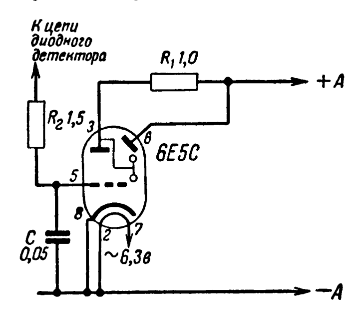
стоты, добиваемся наибольшей громкости приема. Это будет соответствовать резонансу между всеми контурами трансформаторов. Влияние высокочастотных сердечников наиболее заметно сказывается в контурах, включенных в анодные цепи ламп преобразователя и усилителя промежуточной частоты, менее заметно — в контуре сетки лампы усилителя промежуточной частоты и сравнительно слабо — в контуре детектора. Для настройки надо выбирать наиболее слабо слышимую станцию, иначе точная настройка в резонанс будет затруднена. Цепь АРУ на время настройки желательно выключить, например отсоединив конденсатор C_{27} от анода правого диода лампы 6Г7.

Настройку контуров преобразователя лучше всего начинать с конца диапазона средних волн. Настроившись на какую-либо слабо слышимую станцию, работающую на наиболее длинных волнах этого диапазона, перемещением подстроечных секций катушек добиваемся наибольшей громкости приема. Затем перестраиваем приемник на станцию, работающую на наиболее коротких волнах этого диапазона, и добиваемся наибольшей громкости подстроечным конденсатором C_3 входного контура.

Настройка контуров на диапазоне длинных волн производится так же, как и на средних волнах; в конце диапазона — при помощи подстроечных секций, а в начале — подстроечным конденсатором C_4 входного контура.

Последними настраиваются контуры коротковолнового диапазона: в конце диапазона — сближением или раздвижением витков катушки L_2, а в начале — подстроечным конденсатором C_1. Начало коротковолнового диапазона надо подстраивать днем, а конец — вечером, когда слышна работа многих станций этих участков диапазона.

Точность подстройки контуров на всех диапазонах приемника надо повторить несколько раз. Когда эта работа закончена, подстроечные секции катушек нужно прочно закрепить на каркасах, а винты высокочастотных сердечников трансформаторов промежуточной частоты закрасить масляной краской или лаком.



Фиг. 314. Схема включения электронного указателя настройки.

В к л ю ч е н и е э л е к т р о н н о г о у к а з а т е л я н а с т р о й к и. Электронным указателем настройки является лампа 6Е5С. Схема включения ее показана на фиг. 314. Положительное напряжение выпрямителя подается на светящийся экран лампы (штырек *6*) непосредственно, а на анод (штырек *3*) — через сопротивление $R_1 = 1—1,5$ *мгом*. Между управляющей сеткой лампы (штырек *5*) и катодом включен конденсатор *C* емкостью 0,05 *мкф*. Управляющая сетка через сопротивление R_2 величиной 0,5—1,5 *мгом* соединяется с цепью диодного детектора — с нижним (по схеме) концом катушки L_{16} (на фиг. 311 — точка соединения конденсатора C_{21} с сопротивлением R_5) или верхним гнездом звукоснимателя.

При точной настройке приемника на радиостанцию светящийся сектор экрана будет сходиться до узкой полоски.

Панелька лампы 6Е5С крепится на держателе с таким расчетом, чтобы ее светящийся экран был виден через отверстие в передней стенке ящика. Относящиеся к лампе детали монтируются непосредственно на панельке. Панелька соединяется с приемником проводниками, причем проводник управляющей сетки обязательно должен быть экранирован, а экран заземлен.

Лампа 6Е5С является только указателем настройки и в работе приемника никакого участия не принимает.

Радиоприемник РЛ-1 представляет собой сравнительно несложный супергетеродин. Более сложные супергетеродины имеют по одному-два каскада усиления высокой частоты (включаются перед преобразователем частоты), два, а иногда три каскада усиления промежуточной частоты, специальные подавители помех. Кроме того, в гетеродинах наиболее высококачественных приемников применяют отдельную лампу, так называемые р а с т я н у т ы е диапазоны, облегчающие настройку в диапазоне коротких волн, вводят ряд других усовершенствований. Постройка и налаживание таких супергетеродинов требуют больших знаний, навыков и опыта.

Советуем прочитать:

И. П. Ж е р е б ц о в, Радиотехника для радиолюбителя, Связьиздат, 1953.

М. Д. Г а н з б у р г, Трехламповый супергетеродин (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1952.

Г. А. С н и ц е р е в, Налаживание супергетеродина, Связьиздат, 1952.

Беседа тридцать первая

МАССОВЫЕ РАДИОВЕЩАТЕЛЬНЫЕ ПРИЕМНИКИ

Наша радиопромышленность выпускает большое количество приемников разнообразных типов — от простых детекторных до сложнейших многоламповых супергетеродинов, удовлетворяя тем самым запросы самых широких кругов радиослушателей и радиолюбителей.

В этой беседе мы расскажем об устройстве и работе некоторых из наиболее распространенных типов радиовещательных приемников — детекторного радиоприемника «Комсомолец» и ламповых радиоприемников «Тула» и «Москвич-3».

Детекторный радиоприемник „Комсомолец“

Внешний вид, принципиальная схема и устройство катушек приемника «Комсомолец» показаны на фиг. 315. Приемник смонтирован в пластмассовом ящичке размером 180 × 90 × 42 *мм*, который можно ставить на стол или вешать на стену. Продается он в комплекте с пьезоэлектрическими телефонными трубками, кремниевым детектором типа ДК и двумя кусками провода со штырьками для включения антенны и заземления. К приемнику прилагается инструкция для пользования им.

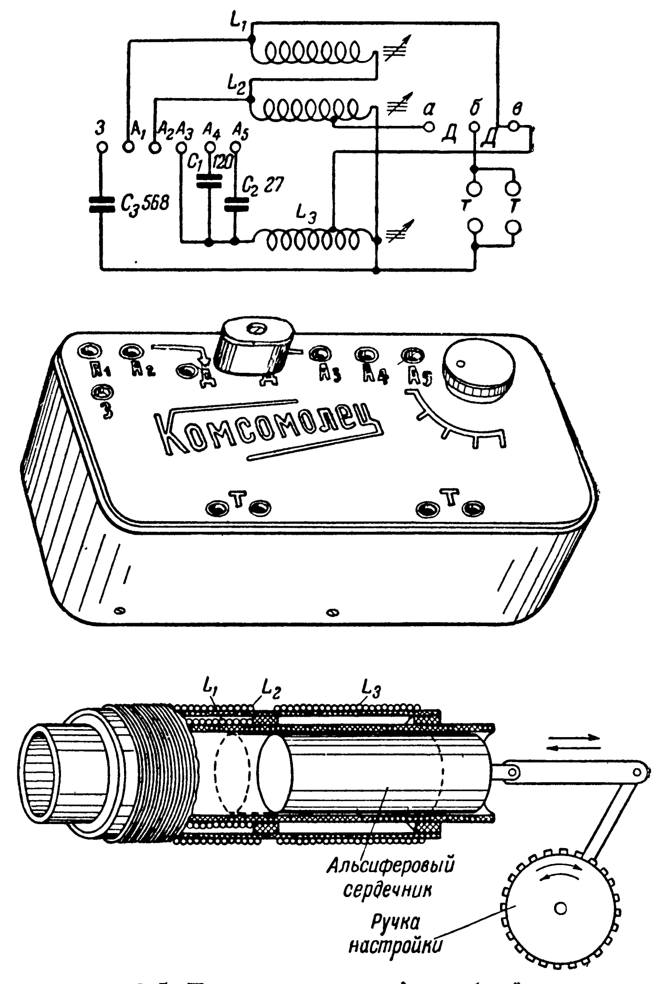
На верхней горизонтальной части ящика приемника имеются: пять гнезд A_1, A_2, A_3, A_4 и A_5 для включения антенны, гнездо *З* для подключения заземления, три гнезда для детектора, две пары гнезд *Т* для включения телефонных трубок и ручка настройки.

Заземление всегда включается в гнездо *З*. В гнезда *Т* можно включать один или два телефона. Антенна и детектор в зависимости от длины волны принимаемой станции включаются в различные гнезда. Когда антенна включается в гнезда A_1 и A_2, расположенные слева от детектора, детектор вставляется в левую пару гнезд. Когда же антенна включается в одно из правых гнезд (A_3, A_4, A_5), то и детектор вставляется в правую пару гнезд. Такой порядок включения антенны и заземления легко запомнить. Кроме того, он отмечен стрелками на приемнике.

Приемник имеет три катушки индуктивности: L_1, L_2 и L_3, намотанные на общем цилиндрическом каркасе. Внутри каркаса при помощи ручки с рычажком перемещается альсиферовый сердечник, которым осуществляется плавная настройка приемника.

При использовании антенны средних размеров приемник можно настраивать на радиостанции, работающие на волнах от 2 000 до 200 *м*. Весь диапазон настройки приемника разбит на пять поддиапазонов, соответствующих пяти положениям включения антенны: для гнезда A_1 — от 2 000 до 1 000 *м*, для гнезда A_2 — от 1 200 до 670 *м*, для гнезда A_3 — от 800 до 470 *м*, для гнезда A_4 — от 570 до 340 *м* и для гнезда A_5 от 350 до 200 *м*. Плавная настройка в каждом поддиапазоне осуществляется вращением ручки.

В зависимости от того, в какие гнезда включены антенна и детектор, изменяется и схема колебательного контура приемника. Если антенна включена в гнездо A_1, а детектор — в левую пару гнезд (в гнезда *а* и *б* на фиг. 315), то в контур включены последовательно ка-



Фиг. 315. Принципиальная схема, общий вид и устройство катушек детекторного радиоприемника „Комсомолец“.

тушки L_1 и L_2. При включении антенны в гнезда A_2 и том же положении детектора в контур входит только катушка L_2. В обоих случаях детекторная цепь присоединена к части катушки L_2. Когда же антенна включается в гнездо A_3, A_4 или A_5, а детектор вставлен в правую пару гнезд (гнезда *б* и *в* на фиг. 315), в колебательный контур входит только катушка L_3. Если антенна включена в гнездо A_3, она соединена с катушкой L_3 непосредственно. При включении антенны в гнездо A_4 или A_5 она соединяется с катушкой L_3 через конденсатор C_1 или C_2.

Конденсатор C_3 всегда включен в контур.

Модулированные колебания высокой частоты, возникающие в контуре приемника, преобразуются детектором в электрические колебания низкой частоты, а последние преобразуются телефонными трубками в звуковые колебания.

Радиоприемник „Тула"

«Тула» представляет собой экономичный батарейный приемник прямого усиления, собранный по схеме 0-V-1. Предназначен он для громкоговорящего приема радиостанций, работающих на средневолновом (188—575 *м*) и длинноволновом (740—2 000 *м*) диапазонах. При наружной антенне с длиной провода горизонтальной части 25—40 *м* и хорошем заземлении приемник «Тула» обеспечивает прием мощных радиостанций на расстоянии до 600—700 *км*.

Принципиальная схема приемника «Тула» показана на фиг. 316, а его общий вид — на фиг. 317.

В приемнике используются две лампы пальчикового типа. Первая лампа — 1Б1П — работает как сеточный детектор с обратной связью (диод этой лампы не используется), а вторая лампа — 2П1П — в выходном каскаде усиления низкой частоты. Приемник имеет электродинамический громкоговоритель типа ДГС мощностью 0,1 *вт*.

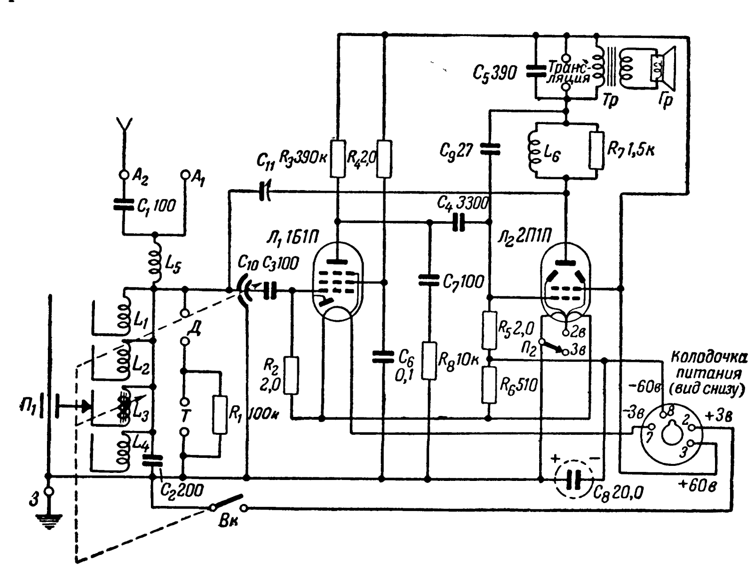
Мощность тока, потребляемого приемником от батарей, не превышает 0,45 *вт*.

Колебательный контур приемника образуется одной из катушек L_1, L_2, L_3 или L_4 и конденсатором постоянной емкости C_2. Катушки намотаны на общем каркасе и переключаются при помощи ползунка переключателя $П_1$, скользящего по металлическим пластинкам, расположенным вдоль каркаса катушек и соединенных с их выводами. Одновременно с движением ползунка переключателя, внутри каркаса катушек на тросике перемещается альсиферовый сердечник (подобный сердечнику катушек приемника «Комсомолец»), при помощи которого осуществляется плавная настройка приемника.

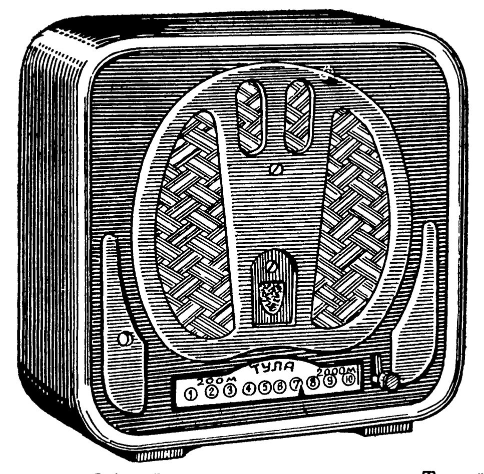
Антенна подключается к контуру приемника через гнездо A_1 или A_2. Катушка L_5, включенная в цепь антенны, способствует выравниванию чувствительности приемника на всем диапазоне.

Модулированные колебания высокой частоты подводятся к управляющей сетке лампы $Л_1$ через так называемый дифференциальный конденсатор C_{10} (конденсатор переменной емкости, состоящий из трех обкладок, одна из которых подвижная, а две — неподвижны) и сеточный конденсатор C_3.

Колебания низкой частоты с анодного на-



Фиг. 316. Принципиальная схема радиоприемника „Тула".



Фиг. 317. Общий вид радиоприемника „Тула".

грузочного сопротивления R_3 детекторной лампы $Л_1$ через разделительный конденсатор C_4 поступают на управляющую сетку выходной лампы $Л_2$. Обратная связь в приемнике «Тула» осуществляется путем подачи напряжения высокой частоты из анодной цепи лампы 2П1П в цепь сетки лампы 1Б1П через конденсатор C_{11} (действие такой схемы обратной связи рассказано нами в 21-й беседе при описании самодельного трехлампового батарейного приемника).

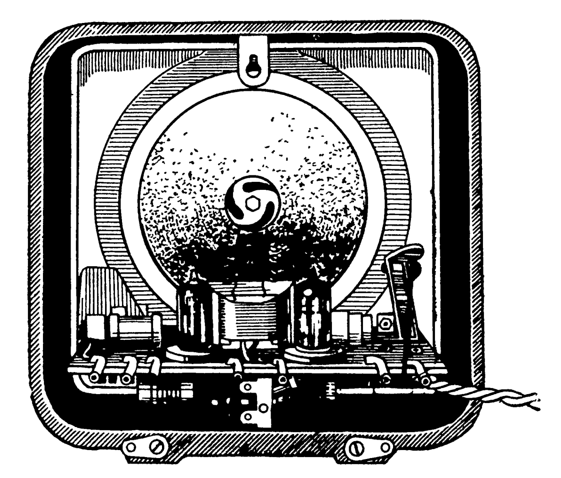
Анодная цепь лампы $Л_2$ через конденсатор C_9 соединена с управляющей сеткой той же лампы. Этот конденсатор создает отрицательную обратную связь, что улучшает качество принимаемой радиопередачи.

Сопротивление R_2 — сопротивление утечки сетки детекторной лампы; сопротивление R_4 и конденсатор C_6 — детали цепи экранирующей сетки этой лампы; R_6 — сопротивление автоматического смещения лампы $Л_2$. Электролитический конденсатор C_8 пропускает низкочастотную составляющую анодного тока ламп. Конденсатор C_7 и сопротивление R_8 — корректирующая цепь высокочастотной обратной связи: она способствует равномерному действию обратной связи на всем диапазоне принимаемых волн.

Нити накала обеих ламп приемника соединены последовательно и питаются от батареи из двух последовательно соединенных элементов. При помощи переключателя $П_2$ в цепь накала могут быть включены либо одна, либо обе нити накала лампы $Л_2$. Это позволяет лучше использовать энергию батареи накала. Пока батарея свежая, переключатель $П_2$ устанавливается на контакт *3в*, а после 2—2,5 мес. работы приемника (в среднем по 3—4 часа в день), когда напряжение батареи накала упадет до 2,2—2,3 *в*, одну нить накала лампы $Л_2$ замыкают накоротко, устанавливая переключатель $П_2$ на контакт 2 *в*. Такая схема питания нитей ламп исключает необходимость применения реостата накала.

Для питания приемника «Тула» выпускается специальный блок, содержащий накальную и анодную батареи необходимых напряжений. Приемник соединяется с блоком питания при помощи колодочки, напоминающей цоколь радиолампы. Такой батарейный блок обеспечивает приемник питанием более чем на 1 000 час. Выключение приемника осуществляется выключателем *Вк*, разрывающим цепь накала ламп.

Громкоговоритель приемника «Тула» может быть использован как абонентский громкоговоритель радиотрансляционной сети. Для этой цели приемник имеет штепсельные гнезда, со-



Фиг. 318. Вид на радиоприемник „Тула" сзади.

единенные с концами первичной обмотки выходного трансформатора.

Приемник «Тула» может быть использован и как детекторный, для чего в нем имеются гнезда для включения детектора и телефонных трубок. На схеме они обозначены буквами *Д* и *Т*.

Приемник смонтирован в красивом пластмассовом ящике размером 230×250×120 *мм*.

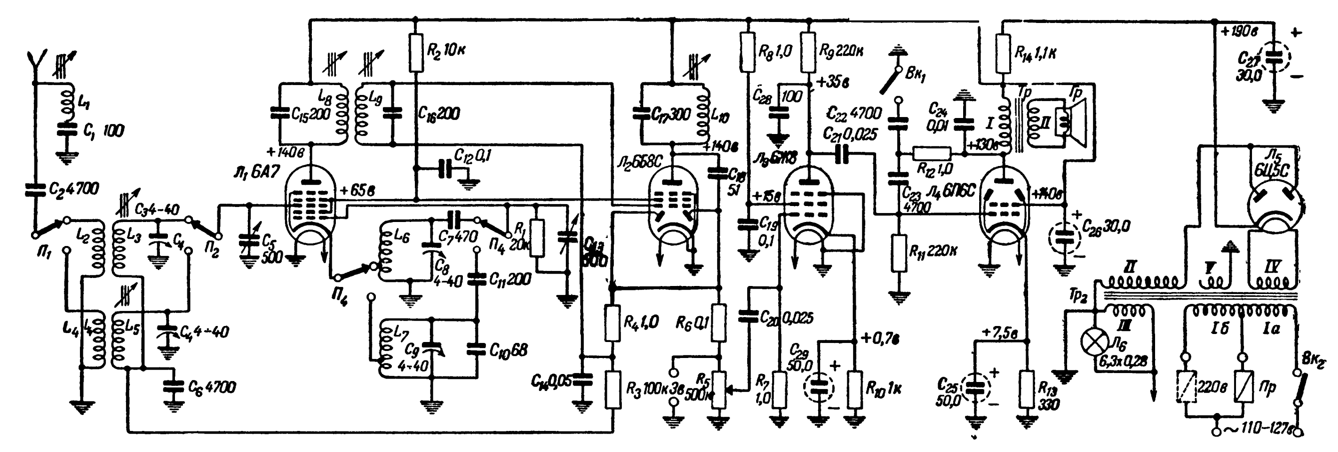
Управление приемником осуществляется всего одной ручкой, расположенной на лицевой панели ящика. Вращением ее осуществляется настройка приемника на станции; при этом вдоль шкалы настройки движется стрелка-указатель. При перемещении ручки вверх включаются батареи, на что указывает красный сигнал, появляющийся в окошке рядом со шкалой настройки. Дальнейшим перемещением ручки вверх осуществляется регулирование громкости. При опускании ручки вниз до отказа питание приемника выключается.

Радиоприемник „Москвич-3"

«Москвич-3» — супергетеродин, имеющий два диапазона принимаемых волн: длинноволновый — от 723 до 2 000 *м* и средневолновый — от 187,5 до 576,9 *м*. Промежуточная частота приемника 465 *кгц*. Выходная мощность приемника 0,5 *вт*.

Радиоприемник рассчитан на питание от сети переменного тока напряжением 127 или 220 *в* и потребляет около 30 *вт*.

Принципиальная схема приемника показана на фиг. 319. В нем работают пять электронных ламп. Лампа 6А7 или 6А10С ($Л_1$) работает в преобразователе частоты. Лампа 6Б8С ($Л_2$) используется в усилителе промежуточной частоты и как диодный детектор. Лампа 6Ж8



Фиг. 319. Принципиальная схема радиоприемника „Москвич-3".

($Л_3$) работает в каскаде предварительного усиления низкой частоты, а лампа 6П6С ($Л_4$) — в выходном каскаде.

В выпрямителе используется кенотрон 6Ц5С ($Л_5$).

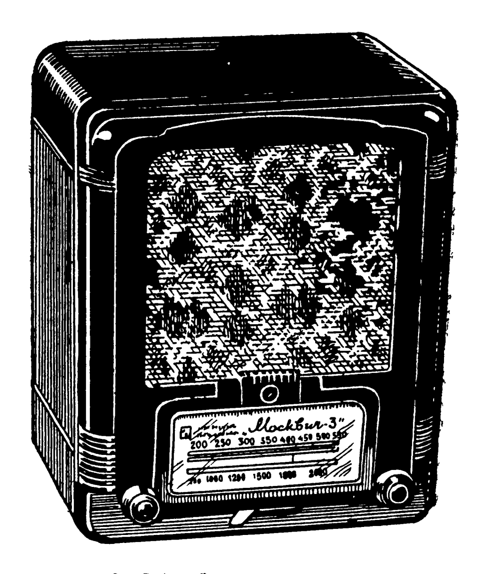
Во входной контур при помощи переключателя $П_2$ включается катушка L_3 или L_5. Эти катушки индуктивно связаны с антенными катушками L_2 и L_4. Катушки L_2 и L_3 — средневолновые, L_4 и L_5 — длинноволновые. Настройка входного контура осуществляется конденсатором переменной емкости C_5, а подстройка (при налаживании) — конденсаторами C_3 и C_4.

В цепь антенны включен контур L_1C_1, ослабляющий помехи от радиостанций, работающих на частотах, равных или близких к промежуточной. Конденсатор C_2 защищает катушки антенной цепи от повреждений, если случайно произойдет соприкосновение антенны с проводами электросети.

Гетеродинная часть преобразователя выполнена по трехточечной схеме. Средневолновая катушка L_6 и длинноволновая L_7 подключаются к катоду и первой сетке лампы $Л_1$ переключателями $П_3$ и $П_4$ и вместе с конденсатором переменной емкости C_{13} образуют колебательный контур гетеродина. Подстройка этих контуров при налаживании приемника осуществляется конденсаторами C_8 и C_9. Напряжение на вторую (анод гетеродина) и четвертую сетки лампы $Л_1$, а также на экранирующую сетку лампы $Л_2$ подается через сопротивление R_2.

Контуры L_8C_{15} и L_9C_{16} образуют трансформатор промежуточной частоты. Индуктированные во втором контуре колебания промежуточной частоты подаются на управляющую сетку пентодной части лампы 6Б8С ($Л_2$). На анодном контуре $L_{10}C_{17}$ (настроен на частоту 465 *кгц*) получаются усиленные колебания промежуточной частоты. Через конденсатор C_{18} они поступают на диоды той же лампы для детектирования. Нагрузочным сопротивлением диодного детектора служит переменное сопротивление R_5, являющееся регулятором громкости. Возникающие на нем колебания низкой частоты через разделительный конденсатор C_{20} подаются на управляющую сетку лампы 6Ж8, а с ее анодного нагрузочного сопротивления R_9 через конденсатор C_{21} — на управляющую сетку лампы 6П6С выходного каскада. В анодную цепь последней лампы включена первичная обмотка выходного трансформатора $Тр_1$, ко вторичной обмотке которого подключен электродинамический громкоговоритель типа 0,5 ГД-2.

В выходном каскаде имеется отрицательная обратная связь, образованная цепью



Фиг. 320. Общий вид радиоприемника „Москвич-3".

$R_{12}C_{23}$. В эту же цепь может быть включен и конденсатор C_{24}, изменяющий тембр звучания; его включение осуществляется выключателем $Вк_1$, объединенным с ручкой настройки приемника.

Напряжение на экранирующую сетку лампы 6Ж8 подается через сопротивление R_8. На экранирующую сетку выходной лампы подается полное напряжение выпрямителя. Отрицательное напряжение смещения на управляющую сетку лампы $Л_3$ подается с сопротивления R_{10} (зашунтированного конденсатором C_{29}) через сопротивление R_7, а на сетку лампы $Л_4$ — с сопротивления R_{13} (зашунтированного конденсатором C_{25}) через сопротивление R_{11}.

В приемнике имеется автоматическая регулировка усиления (АРУ). Напряжение АРУ снимается с нагрузочных сопротивлений диодного детектора R_5 и R_6 и через фильтры R_4C_{14} и R_3C_6 подается на управляющие сетки ламп $Л_1$ и $Л_2$.

Все катушки приемника имеют сердечники из карбонильного железа.

Приемник может быть использован для воспроизведения граммофонной записи, для чего он имеет гнезда для включения звукоснимателя.

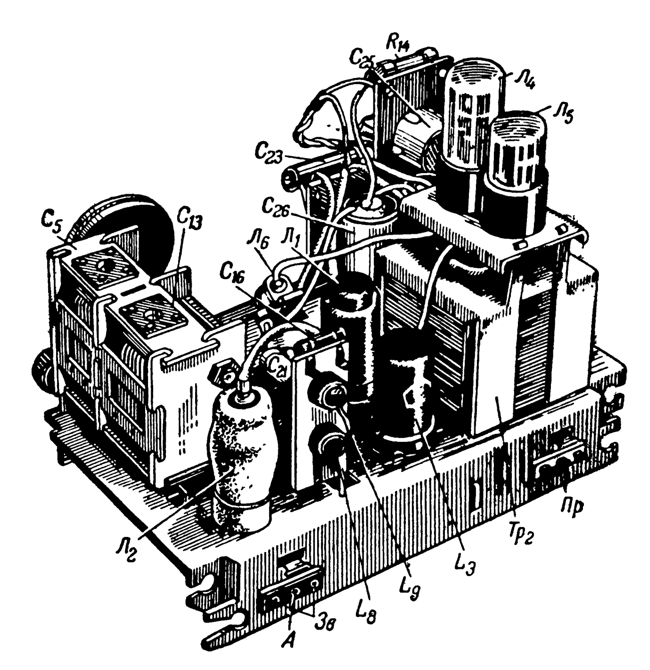
Выпрямитель выполнен по однополупериодной схеме. Сетевая обмотка силового трансформатора выпрямителя $Тр_2$ состоит из двух секций *Iа* и *Iб*. При напряжении сети 110—127 *в* включается только секция *Iа*, а при 220 *в* — обе секции. Переключение секций осуществляется перестановкой предохранителя *Пр*.

Обмотка *II* — повышающая. Обмотка *III* питает нить накала кенотрона, а обмотка *IV* — нити накала ламп приемника. Обмотка *V* служит электростатическим экраном.

Сопротивление R_{14} и электролитические конденсаторы C_{26} и C_{27} образуют сглаживающий фильтр выпрямителя.

Параллельно обмотке накала ламп включена лампочка накаливания $Л_6$, служащая для освещения шкалы.

Общий вид приемника показан на фиг. 320, а расположение деталей на панели — на



Фиг. 321. Расположение деталей радиоприемника „Москвич-3" на панели.

фиг. 321. Он смонтирован на металлической панели, размещенной в пластмассовом ящике размером 270 × 220 × 160 *мм*. Слева от шкалы расположена ручка регулятора громкости R_5, объединенная с выключателем питания $Вк_2$, справа — ручка настройки и регулятора тембра; под шкалой находится рычажок переключателя диапазонов.

С устройством и работой других радиовещательных приемников заводского изготовления можно познакомиться, прочитав следующие книги и брошюры:

А. В. Комаров, Массовые сетевые радиоприемники (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1950.

А. В. Комаров, Массовые батарейные приемники (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1951.

Е. А. Левитин, Радиовещательные приемники, Когиз, 1953.

Беседа тридцать вторая

ФОТОЭЛЕМЕНТ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

Фотоэлемент — прибор, который преобразует свет в электрический ток. Благодаря фотоэлементу прежде «немое» кино стало звуковым; при помощи фотоэлемента передают по проводам и по радио изображения (фототелеграфия), автоматизируют некоторые производственные процессы, производят измерения и многое другое.

Как же устроен этот прибор?

Фотоэлектрический эффект

В 1888 г. профессор физики Московского университета Александр Григорьевич Столетов расположил металлический диск и тонкую металлическую сетку неподалеку друг от друга на стеклянных ножках (фиг. 322). Диск был соединен проводником с отрицательным, а сетка — с положительным полюсом батареи. Между сеткой и батареей А. Г. Столетов включил чувствительный гальванометр, в котором на подвижной рамке вместо стрелки было укреплено круглое зеркальце. Против гальванометра находился фонарик, а под ним — полоска бумаги с делениями — шкала. Пучок света от фонарика падал на зеркальце гальванометра, а отраженный от него «зайчик» падал на шкалу. Даже самый незначительный ток, появлявшийся в гальванометре, поворачивал зеркальце, заставляя световой «зайчик» бежать по делениям шкалы. На некотором расстоянии от диска и сетки был установлен дуговой фонарь, свет которого, пронизывая сетку, освещал диск.

Пока шторка фонаря была закрыта, световой зайчик покоился на нуле шкалы. Как только шторку приоткрывали, «зайчик» тотчас перемещался по шкале, указывая на наличие тока, в казалось бы, разорванной цепи. Столетов, таким образом, установил, что свет «рождает» электрический ток.

Это явление, которое мы называем теперь **фотоэлектрическим эффектом** (от греческого слова «фото» — свет и латинского слова «эффект» — действие), Столетов назвал актино-электрическим (от греческого слова «актис» — луч).

Повторяя свои опыты, Столетов брал самые различные диски и сетки — серебряные, алюминиевые, медные, железные — сближал их, раздвигал, помещал в камеру, из которой откачивал воздух или наполнял газом. Во всех случаях под действием света в цепи опытной установки появлялся электрический ток. Ток увеличивался, когда сетку придвигали ближе к диску, сильнее освещали диск или батарея сильнее заряжала диски и сетки.

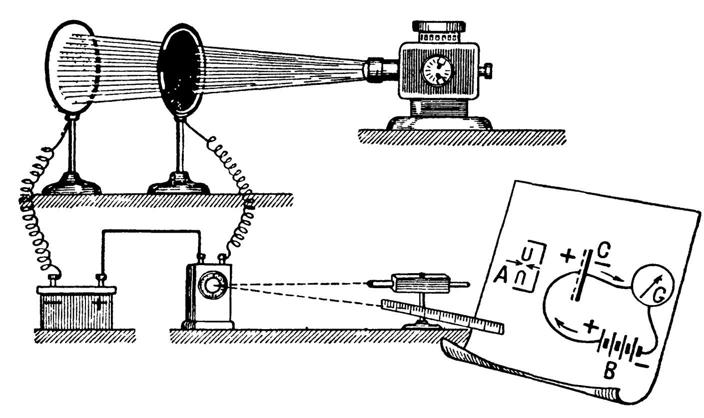
Опытная установка А. Г. Столетова была первым в мире фотоэлементом.

В чем же сущность фотоэлектрического эффекта? Вам известно, что при некоторых условиях металлы излучают электроны. В электронной лампе, например, электроны излучает нагретый металлический катод. Известно также, что электроны, устремляющиеся к аноду, способны «выбить» из него большое количество электронов (вторичная эмиссия).

Столетов показал, что металлы могут испускать электроны и под действием света. Падая на поверхность металлического диска, световая энергия выбивает из его поверхности «рой» электронов, устремляющийся к положительно заряженной сетке, образуя фототок. В опытах Столетова использовались два электрода, подобные электродам двухэлектродной лампы: диск — катод и сетка — анод. Когда диск освещали, в цепи возникал электрический ток, потому что цепь замыкалась потоком электронов, выбитых светом из диска — катода.

В двухэлектродной лампе чем сильнее накал нити, тем сильнее анодный ток, а в фотоэлементе чем больше сила света, тем больше фототок.

Величина фототока зависит от свойств металла, из которого сделан катод фотоэлемента, напряжения батареи и природы света, освещающего катод фотоэлемента.



Фиг. 322. Схема опыта А. Г. Столетова по исследованию актино-электрических явлений.

Справа — рисунок из сочинения Столетова (*A* — камера с дугой Петрова; *B* — батарея; *C* — два плоскопараллельных диска; *G* — гальванометр).

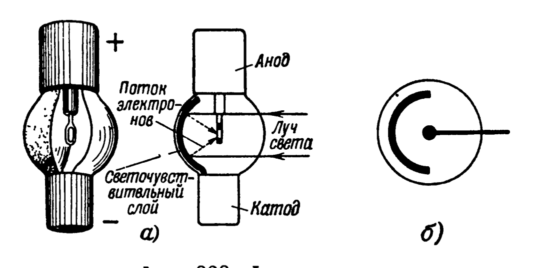
Современный фотоэлемент

На фиг. 323 показан фотоэлемент типа ЦГ-3, применяемый в узкопленочных кинопередвижках. Это — небольшая шарообразная стеклянная колбочка с двумя металлическими цилиндриками — выводами электродов фотоэлемента. На внутренней поверхности колбочки нанесен тончайший слой серебра (так называемая подкладка), а поверх него — светочувствительный слой металла цезия. Это — катод фотоэлемента. Он соединен с цилиндриком меньшего диаметра, обозначенным значком минус. На стерженьке в центре колбочки укреплено металлическое колечко — анод фотоэлемента. Анод соединен с цилиндриком большего диаметра, который имеет знак плюс. При помощи выводов к фотоэлементу подключается источник постоянного тока (батарея или выпрямитель) напряжением 100—250 *в*.

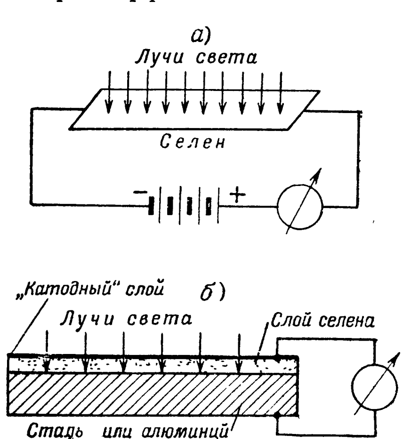
Колбочка фотоэлемента наполнена инертным газом — гелием, неоном или аргоном. При наличии газа фототок возрастает, потому что электроны, летящие от катода к аноду, сталкиваются по пути с атомами газа и ионизируют их, т. е. выбивают из них новые электроны, которые также летят к аноду. В результате число электронов, летящих от катода к аноду, очень быстро нарастает. Фототок тем больше, чем выше напряжение источника питания.

Величина тока в фотоэлементе ЦГ-3 при сильной освещенности катода и напряжении на аноде 250 *в* не превышает 200 *мка*. Этот ток почти в 200 раз больше тока через неосвещенный фотоэлемент (при полном затемнении ток фотоэлемента ЦГ-3 равен около 1 *мка*). Если мы будем перекрывать пучок света, направленный на фотоэлемент, величина фототока станет изменяться скачками от 1 до 200 *мка*. Усилив фототок, можно привести в действие реле, включающее и выключающее моторы, станки, машины.

Работа фотоэлемента ЦГ-3 основана на в н е ш н е м ф о т о э ф ф е к т е, при котором электроны под действием света вылетают из катода в пространство. Существуют еще так называемые ф о т о с о п р о т и в л е н и я и в е н т и л ь н ы е ф о т о э л е м е н т ы, в которых электроны под действием света только слегка смещаются. Это явление называют внутренним фотоэффектом.



Фиг. 323. Фотоэлемент.
а — газонаполненный фотоэлемент типа ЦГ-3; *б* — обозначение фотоэлемента на схемах.



Фиг. 324. Схемы включения фотоэлементов с внутренним фотоэлектрическим эффектом.
а — фотосопротивления; *б* — вентильного фотоэлемента.

Внутренний фотоэффект первоначально был замечен у полупроводника — селена. В обычных условиях сопротивление селена в 70 млрд. раз больше, чем сопротивление пластинки меди. Если пластинку селена включить в электрическую цепь, как показано на фиг. 324,*а*, то при отсутствии света ток в цепи очень слаб. Но стоит осветить пластинку, как ее сопротивление резко уменьшится, а ток в цепи возрастет. Ток будет тем больше, чем сильнее освещена пластинка. Такого рода приборы называют фотосопротивлениями.

В рассказе о выпрямителях мы упоминали о селеновых столбиках. Если пластинку подобную шайбе селенового столбика соединить с чувствительным прибором и осветить со стороны селенового слоя (фиг. 324,*б*), то в цепи возникнет ток. Чтобы был контакт со слоем селена, по всей его поверхности наносят тончайшую металлическую пленку — катодный слой. Следовательно, такая пластинка представляет собой фотоэлемент.

Такие фотоэлементы назвали в е н т и л ь н ы м и ф о т о э л е м е н т а м и или ф о т о э л е м е н т а м и с з а п и р а ю щ и м с л о е м.

В современном фотоаппарате «Киев» имеется фотоэкспонометр — вентильный фотоэлемент, к которому присоединен маленький чувствительный гальванометр. Прибор располагают так, чтобы на него падал свет, отраженный снимаемым объектом. Стрелка прибора при этом указывает, с какой выдержкой нужно производить фотосъемку.

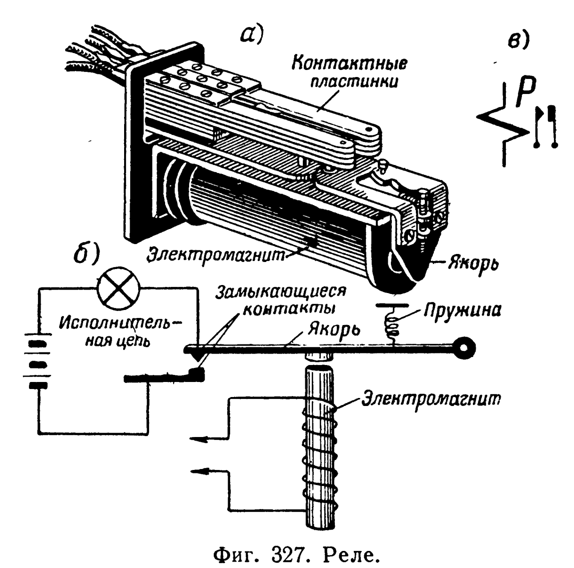
Усиление фототока

Составим цепь из фотоэлемента *Ф*, батареи *Б* и сопротивления *R*, как показано на фиг. 325. Проходя через сопротивление *R*, фототок вызывает на сопротивлении падение напряжения. Периодически меняющийся по величине фототок создаст на сопротивлении переменное напряжение. Это сопротивление является нагрузкой в цепи фотоэлемента подобно нагрузочному сопротивлению в анодной цепи электронной лампы (диода, триода, пентода).

Сравнительно небольшое напряжение, получаемое на нагрузочном сопротивлении фотоэлемента, можно усилить при помощи электронных ламп. Для этого переменное напряжение, возникающее на нагрузочном сопротивлении, нужно подать на вход усилителя, как показано на фиг. 326. Конденсатор *С* в этой схеме пропускает в цепь сетки лампы переменную составляющую, но задерживает постоянную составляющую напряжения с нагрузочного сопротивления R_1. Сопротивление R_2 — сопротивление утечки сетки усилительной лампы.

Если освещенность фотоэлемента будет меняться со звуковой частотой, то в громкоговорителе, включенном на выходе усилителя, мы услышим звук. Если пучок света, освещающий фотоэлемент, пересекается движущимися деталями, то, включив на выход усилителя электромагнитное реле, приводящее в действие счетчик, как только пучок света окажется перекрытым деталью, мы сможем вести счет деталей. Получится фотореле. Оно может также автоматически включать и выключать какой-либо прибор, аппарат, станок под действием пучка света.

На фиг. 327 показаны электромагнитное реле (телефонное), его схематическое обозначение и пояснен принцип его устройства. На стальной сердечник намотан изолированный провод — это электромагнит. Возле сердечника электромагнита на шарнире укреплен якорь с замыкающимися контактами и пружинкой, оттягивающей якорь от сердечника. Когда якорь оттянут, контакты реле разомкнуты.



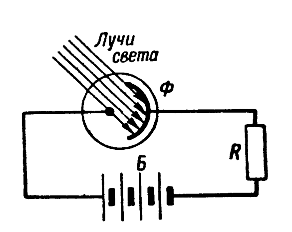
Фиг. 327. Реле.

а — общий вид реле телефонного типа; *б* — упрощенное устройство реле; *в* — обозначение реле на схемах.

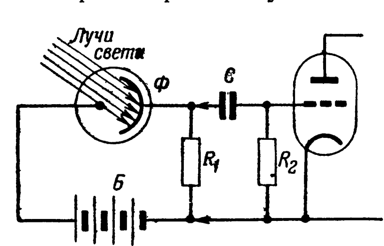
К контактам реле может быть подключена «исполнительная» цепь, состоящая из источника тока, питающего эту цепь, и какого-либо прибора, например электролампочки.

При достаточной величине тока в обмотке электромагнита, его сердечник притянет якорь, а контакты якоря замкнут исполнительную цепь — лампочка загорится. Как только ток в обмотке реле уменьшится, якорь под действием пружины отойдет от сердечника и разомкнет исполнительную цепь.

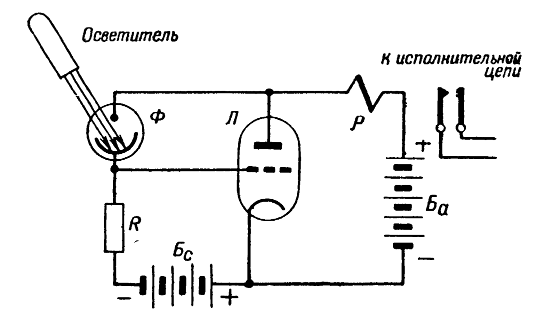
Рассмотрим теперь схему фотореле, показанную на фиг. 328. В анодную цепь электронной лампы *Л* включена обмотка реле *Р*. Между анодом лампы и ее управляющей сеткой включен фотоэлемент *Ф*: анод фотоэлемента соединен с анодом, а катод — с управляющей сеткой лампы. На управляющую сетку лампы через сопротивление *R* подано большое отрицательное напряжение от батареи $Б_c$, которое «запирает» лампу (ее анодный ток ничтожно мал). При этом сердечник реле не на-



Фиг. 325. Схема включения фотоэлемента.



Фиг. 326. Схема подключения усилителя к цепи фотоэлемента.



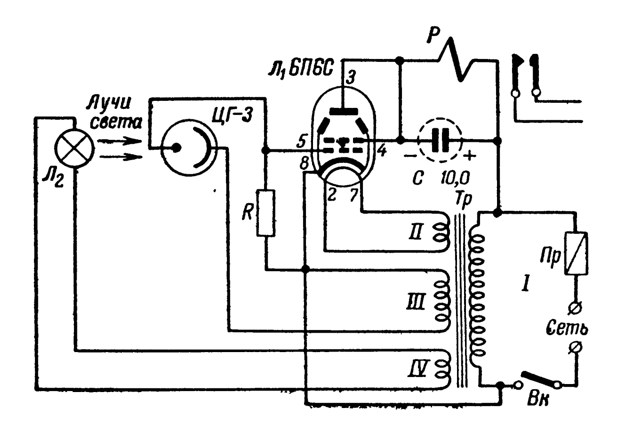
Фиг. 328. Принципиальная схема фотореле.

магничен, а контакты исполнительной цепи разомкнуты. Так будет до тех пор, пока осветитель выключен или свет его перекрыт.

Но как только фотоэлемент будет освещен, фототок через него и через сопротивление R возрастет. На сопротивлении R возникнет напряжение, обратное по направлению напряжению батареи $Б_c$. От этого результирующее отрицательное напряжение на сетке лампы уменьшится и анодный ток лампы резко возрастет. В этом случае сердечник реле намагнитится, якорь притянется к сердечнику и контакты замкнут исполнительную цепь.

Исполнительная цепь будет размыкаться всякий раз, как только пучок света будет перекрыт.

Можно сделать и так, чтобы исполнительная цепь замыкалась при пересечении пучка лучей осветителя. Для этого нужно, чтобы контакты реле были замкнуты при ненамагниченном сердечнике и размыкались при прохождении тока через обмотку.



Фиг. 329. Принципиальная схема фотореле с питанием от сети переменного тока.

Самодельное фотореле

Схема самодельного фотореле с питанием от сети переменного тока показана на фиг. 329. В этой схеме электронная лампа одновременно выпрямляет переменный ток и усиливает фототок.

В фотореле входят: фотоэлемент ЦГ-3, электронная лампа $Л_1$ типа 6П6С (можно 6Ф6С), включенная триодом, электромагнитное реле P телефонного типа с сопротивлением обмотки 4—8 *ком*, сопротивление R величиной 30—50 *мгом*, силовой трансформатор $Тр$, конденсатор C емкостью 10 *мкф*, предохранитель $Пр$ на ток 1 *а* и выключатель $Вк$ любого типа. Обмотка I трансформатора рассчитана на напряжение сети 110, 127 или 220 *в*. На обмотке II получается напряжение 6,3 *в*, а на обмотке III — 250—275 *в*. Обмотка IV служит для питания лампочки $Л_2$ осветителя, в качестве которой лучше всего использовать 6- или 12-вольтовую лампочку автомобильного типа; обмотка должна давать напряжение, необходимое для питания выбранной лампочки. Эту обмотку можно использовать и для питания исполнительной цепи, если в ней должна загораться лампочка, включаться моторчик или какой-либо другой прибор, рассчитанный на небольшое напряжение.

Рассмотрим, как работает такое фотореле. Анодную цепь электронной лампы фотореле составляют: участок анод — катод этой лампы, обмотка I трансформатора и обмотка реле. Когда на верхнем конце обмотки I, а значит и на аноде лампы, будет положительное напряжение (положительные полупериоды), в анодной цепи появятся импульсы тока, выпрямленного лампой. Эти импульсы станут заряжать конденсатор C, подключенный параллельно обмотке реле. При отрицательных полупериодах на аноде лампы в ее цепи тока не будет. В эти моменты конденсатор C разряжается через обмотку реле, поддерживая величину тока анодной цепи лампы.

Цепь фотоэлемента составляют: фотоэлемент, обмотка III трансформатора и сопротивление R. Когда фотоэлемент освещен, то в моменты положительных полупериодов на его аноде через сопротивление R и обмотку III будет идти ток. Этот ток образует на сопротивлении R сравнительно большое напряжение. А так как это сопротивление включено в цепь сетки электронной лампы, то отрицательное напряжение на сетке запрет лампу (ее анодный ток будет мал) и якорь электромагнитного реле не притянется к сердечнику. Когда же фотоэлемент не освещен и в его цепи тока нет, нет напряжения и на сопротивлении R. В этом случае напряжение на сетке лампы равно нулю, анодный ток лампы резко возрастает (до нескольких десятков миллиампер) и контакты реле замыкают исполнительную цепь.

Очень важно, чтобы обмотка III трансформатора была включена так, чтобы в те моменты, когда на аноде лампы будет положительное напряжение, на аноде фотоэлемента также было положительное напряжение. В противном случае фотореле не будет работать. Правильное включение обмотки легко подобрать путем переключения ее выводов во время регулирования фотореле.

Наиболее сложной деталью фотореле является электромагнитное реле. Поэтому желательно использовать готовое реле телефонного типа (см. фиг. 327,*а*). Большинство таких реле

имеет несколько контактных пластинок, которые по желанию можно включить в схему так, чтобы они замыкали цепь при притянутом или, наоборот, отпущенном якоре. Реле имеет винты, при помощи которых можно регулировать силу притяжения якоря.

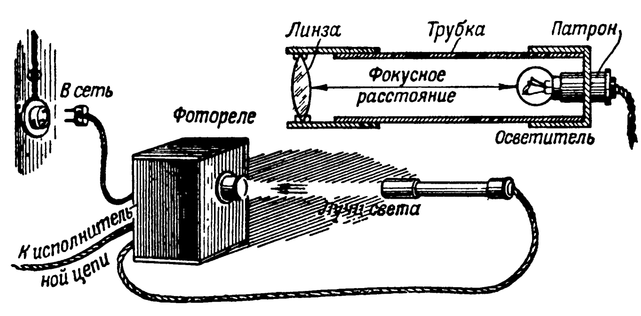
Для питания фотореле и осветителя можно использовать как заводской, так и самодельный силовой трансформатор. Расчет обмоток самодельного трансформатора для фотореле такой же, как и для силовых трансформаторов приемников.

Фотоэлемент ЦГ-3 можно купить в магазинах, торгующих деталями для киноустановок. Можно приобрести фотоэлементы и других типов, например ЦГ-1, ЦГ-4, используемые в стационарных звуковых киноустановках.

Конструкция фотореле может быть любой. Важно, чтобы она была компактной и обязательно заключена в прочный ящичек без щелей. В стенке ящичка против фотоэлемента нужно сделать отверстие с картонным тубусом (картонная трубка, приклеенная к краю выреза отверстия) для прохода пучка света, направленного от осветителя.

Осветитель можно сделать из металлической или картонной трубки длиной 115—120 *мм* и диаметром 28—30 *мм*. Внутри трубки на одном конце укрепите лампочку автомобильного типа, а на другом — собирательную линзу (увеличительное, например очковое, стекло) с фокусным расстоянием 110—120 *мм*. Ее надо установить так, чтобы нить накала лампочки оказалась в точке главного фокуса линзы. Тогда лучи света будут выходить из осветителя узким пучком. Правильное расположение линзы относительно лампочки нетрудно установить, если линзу укрепить в дополнительной трубке, которая надевается на трубку осветителя. Примерная конструкция фотореле и его осветителя показана на фиг. 330.

Готовое фотореле необходимо отрегулировать. Для этого фотоэлемент нужно вынуть из держателей, замкнуть их накоротко проволочкой и включить трансформатор. Если после



Фиг. 330. Примерная конструкция фотореле и его осветителя.

прогрева лампы якорь электромагнитного реле не притягивается, значит обмотка *III* трансформатора включена правильно. Если же якорь притянется, необходимо поменять местами концы этой обмотки. После этого надо удалить проволочку, замыкающую держатели фотоэлемента, и поставить фотоэлемент на его место. Если на фотоэлемент свет не падает, якорь реле должен немедленно притянуться к сердечнику и замкнуть контакты.

После этого можно направить на фотоэлемент луч от осветителя и проверить четкость срабатывания реле при перекрытии луча (посторонний свет не должен попадать на фотоэлемент). Четкости срабатывания реле добиваются изменением натяжения пружинки, оттягивающей его якорь, и подбором величины сопротивления *R* (см. фиг. 329) в пределах 10—50 *мгом*. Если такие сопротивления достать не удастся, придется соединить последовательно несколько сопротивлений по 5—10 *мгом*.

Отрегулированное фотореле вставляется в ящичек. Против отверстия ящичка на расстоянии до 3—4 *м* устанавливается осветитель. Всякий раз при пересечении пучка света реле должно срабатывать, замыкая (или размыкая) контакты исполнительной цепи.

Наиболее четко фотореле будет работать в том случае, если осветитель дает узкий и яркий пучок света, направленный точно на фотоэлемент.

Если нужно сделать фотореле, срабатывающее от действия невидимых лучей, линзу осветителя нужно прикрыть кружочком эбонита толщиной около 0,1 *мм*. Через такой светофильтр будут проходить только невидимые глазу, но активно действующие на фотоэлемент инфракрасные лучи. В этом случае фотореле будет четко работать при расстоянии от осветителя 1,5—2 *м*.

Фотореле с осветителем можно установить при входе в школу, чтобы оно включало светящуюся надпись «Добро пожаловать». Можно установить его перед стенной газетой, чтобы автоматически включалось освещение, когда к ней подходит читатель. Фотореле с большим успехом можно демонстрировать на вечерах, посвященных технике. Оно является и превосходным учебно-наглядным пособием для физического кабинета школы.

Наши помощники

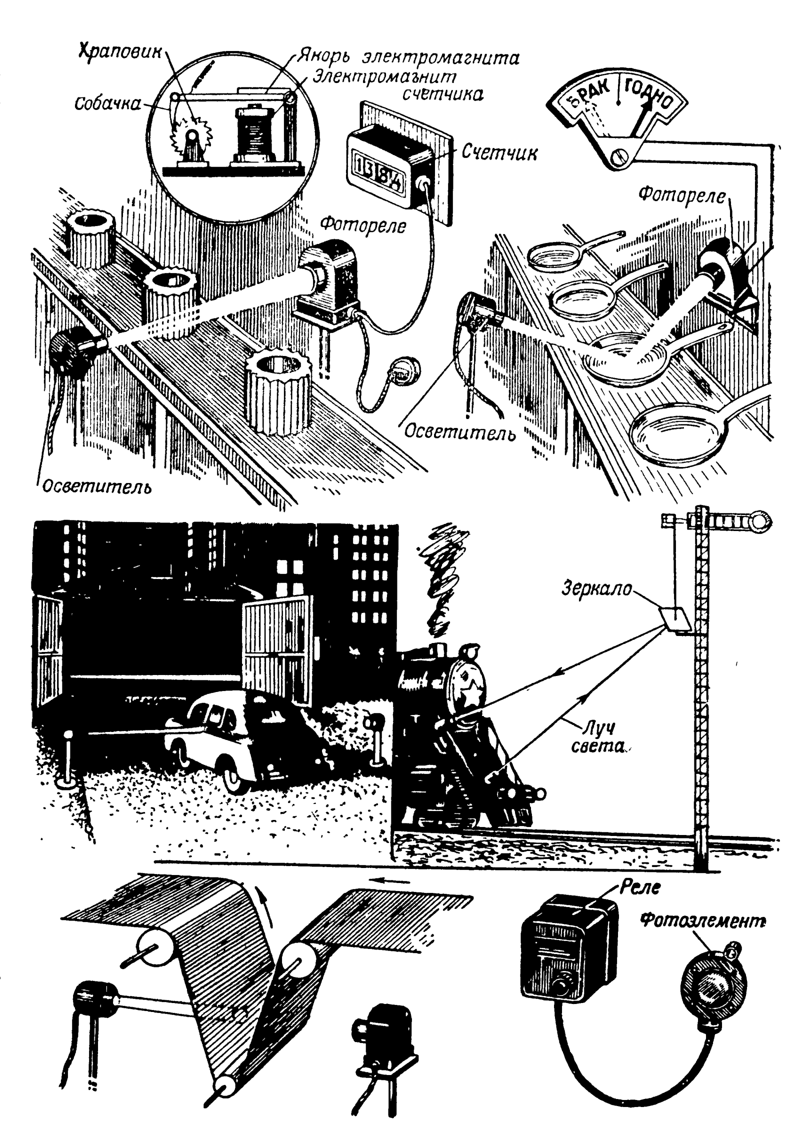
Фотоэлемент и фотореле сейчас можно увидеть на многих заводах и фабриках, в научно-исследовательских институтах и лабораториях,

в зрелищных и культурно-просветительных учреждениях, на транспорте и т. п. С каждым годом эти зоркие глаза находят себе все бо́льшее применение.

На фиг. 331 показаны рисунки, иллюстрирующие некоторые случаи применения фотоэлементов и фотореле. На одном из рисунков вы видите заводской транспортер, при помощи которого шестерни переправляют на склад готовых изделий. Для счета шестерен с одной стороны транспортера установлено фотореле, а с другой — осветитель. Всякий раз, когда шестерня перекрывает пучок света, якорь фотореле приводит в действие «собачку» и та поворачивает храповичок счетчика.

В типографиях фотореле считают пачки газет и книг, на кондитерских фабриках — пачки печенья, коробки шоколада, баночки с леденцами.

На некоторых заводах при помощи фотоэлемента контролируют качество шлифовки изделий. Такого «браковщика» вы видите на другом рисунке фиг. 331. Осветитель установлен так, что пучок света падает на поверхность контролируемого изделия и отражается на фотоэлемент Если поверхность отшлифована хорошо, она отбросит на фотоэлемент света больше, чем плохо отшлифованная поверхность. В первом случае величина фототока будет больше, чем во втором. Это отмечает прибор-браковщик. Он может даже «дать команду» другому механизму, который «снимет» бракованную деталь с транспортера.



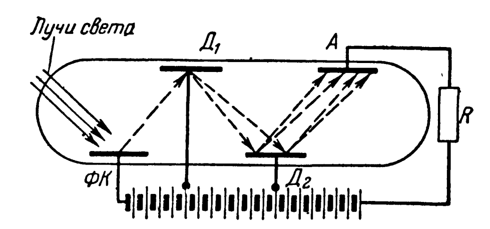
Фиг. 331. Некоторые примеры применения фотореле.

Перед гаражем установлены фотореле и осветитель. Как только к воротам гаража подъезжает автомобиль, он пересекает пучок света. Фотореле, фиксируя появление автомобиля, дает «команду» исполнительной цепи, которая включает механизм, открывающий ворота гаража. Проехав ворота, автомобиль пересекает пучок света другого фотореле, а оно дает «команду» механизму, закрывающему ворота.

На паровозе можно установить фотореле и прожектор инфракрасных лучей, а на светофорах, установленных вдоль железнодорожного пути, — укрепить зеркала, которые при открытом светофоре должны находиться в горизонтальном положении, а при закрытом — под некоторым углом. Если светофор закрыт, то лучи прожектора паровоза, отражаясь от зеркала, попадут в фотореле паровоза. В этом случае фотореле просигнализирует, что путь закрыт, и может через некоторое время включить тормоза.

На бумагоделательных машинах необходимо контролировать целость или толщину бумажной полосы. Роль контролера и здесь может выполнять фотоэлемент (см. рисунок). В момент обрыва бумаги свет попадет на фотореле, и оно остановит машину или подаст сигнал мастеру.

Имеются приборы, автоматически включающие и выключающие уличные фонари, бакены на реках и каналах, освещение в цехах заводов и т. п. Один из таких приборов показан



Фиг. 332. Схематическое устройство фотоэлектронного умножителя.

на фиг. 331 внизу справа. Фотоэлемент соединен с реле, включающим и выключающим освещение. Оно отрегулировано так, что срабатывает только в те моменты, когда фототок равен заранее установленной величине. Вечером, когда освещенность падает до определенного предела, фототок уменьшается и реле включает лампы освещения, а утром оно выключает освещение.

Фотоэлементы могут сигнализировать о возникновении пожара в помещении, где нет людей, и включать противопожарные средства. Их устанавливают перед мощными молотами так, чтобы при пересечении пучка света рукой молот нельзя было привести в движение. Фотореле останавливают быстроходные токарные станки, когда резец снимает чрезмерно большую или малую стружку. Они регулируют уровни жидкостей в котлах и сосудах, определяют прозрачность воды, дыма в трубе и т. п.

Фотоэлемент явился родоначальником таких приборов, как фотоэлектронный умножитель и электроннооптический преобразователь. Фотоэлектронный умножитель — это фотоэлемент с добавочным усилителем, представляющим собой несколько пластин-электродов, расположенных под некоторым углом друг к другу и смонтированных в одном удлиненном стеклянном баллоне. Его схематическое устройство показано на фиг. 332. Пластины-электроды усилителя называются динодами. Они имеют положительное напряжение по отношению к катоду. Электроны, вылетевшие под действием света с поверхности катода, под влиянием положительного напряжения ближайшего к нему — первого — динода приобретают большие скорости и, ударяясь о его поверхность, выбивают из него вторичные электроны. Второй динод имеет более высокое положительное напряжение, чем первый, поэтому вторичные электроны устремляются ко второму диноду, и каждый из них опять выбивает с поверхности этого динода по нескольку электронов. На анод умножителя, имеющего еще более высокое положительное напряжение, попадает уже целый поток электронов. В результате на сопротивлении нагрузки фотоумножителю выделится большое напряжение. Чувствительность фотоэлектронного умножителя во много раз выше чувствительности простого фотоэлемента.

Как известно, астрономы определяют точное время при помощи звезд. Для измерения нужно точно зафиксировать момент прохождения звезды через меридиан. Применение для этой цели фотоумножителя позволило автоматизировать эти измерения. К объективу телескопа прикрепили фотоумножитель. Свет от далекой звезды через телескоп попадает на фотокатод умножителя и усиливается вторичным электронным потоком до величины, приводящей в действие измерительную аппаратуру.

Фотоэлектронный умножитель помог ученым измерять яркость далеких планет и звезд на небе, а также сделать ряд открытий в области ядерной физики.

Электроннооптический преобразователь устроен несколько иначе. Представьте себе стеклянную трубку, к обоим концам которой приварены стеклянные донышки. Из трубки воздух откачан. На одном донышке нанесен слой фотокатода. На другом—тончайший слой, который светится при попадании на него электронов; это — экран прибора. Если такой прибор установить на пути инфракрасного источника света, невидимого простым глазом, с поверхности фотокатода начнут вылетать электроны. Под влиянием напряжения, приложенного между катодом и экраном, электроны полетят к экрану и вызовут его свечение. Таким прибором мы как бы преобразовываем невидимую световую энергию в видимое изображение на экране. Прикрепив прибор к окуляру бинокля или объективу фотоаппарата, можно видеть или фотографировать в темноте.

Принцип действия фотоэлемента с внешним эффектом заложен в основу устройства электроннолучевых трубок, широко используемых в телевидении, радиолокации, радионавигации.

В короткой беседе невозможно не только рассказать о всех областях применения фотоэлементов, но и перечислить их.

О том, как фотоэлементы используются в звуковом кино и в фототелеграфии, мы расскажем в следующих беседах.

Советуем прочитать такие книги и брошюры:

В. Болховитинов, Столетов, Изд-во ЦК ВЛКСМ «Молодая гвардия», 1953.

С. Д. Клементьев, Фотореле и его применение (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1950.

В. А. Мезенцев, Электрический глаз (Научно-популярная библиотека), Воениздат, 1948.

Беседа тридцать третья

ЗВУКОЗАПИСЬ И ЗВУКОВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ

Звук, как вы знаете, представляет собой волновое движение частичек воздуха: в атмосфере распространяются чередующиеся друг за другом слои повышенного давления — «сгущения» и пониженного давления — «разрежения» воздуха.

Звуковые волны несут в себе энергию, которую можно преобразовать в энергию механических колебаний какого-то тела, а механическую энергию — в электрическую, электрическую — вновь в механическую и т. д. Эти преобразования и используются при записи и воспроизведении звука. Записать звук — это значит заставить его как бы «застыть» в какой-то стадии преобразования, с тем чтобы в любое время можно было его вновь «оживить» — воспроизвести.

Записывать звук люди научились сравнительно недавно — с конца прошлого века. Сначала появился механический способ звукозаписи, а спустя некоторое время его вытеснил более совершенный — электромеханический.

Сейчас наряду с электромеханическим широко распространены еще более совершенные способы звукозаписи — световой (оптический) и магнитный.

Механическая звукозапись

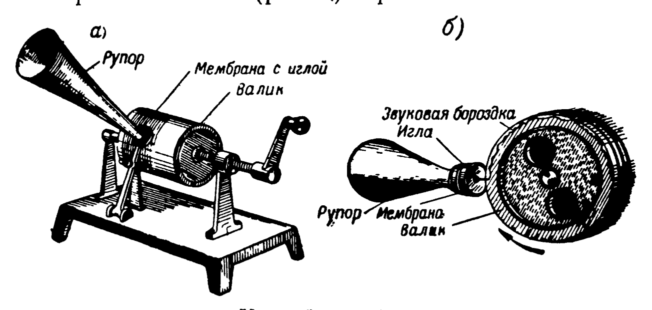
Первым звукозаписывающим и звуковоспроизводящим аппаратом был фонограф (от греческих слов «фоно» — звук и «графо» — писать), изобретенный Эдисоном в 1876 г.

Устройство фонографа показано на фиг. 333,*а*. Валик, покрытый тонким слоем олова или воска, при помощи ручки вращается и одновременно перемещается вдоль оси по винтовой нарезке. В поверхность валика упирается острая стальная игла. Она укреплена в центре металлической мембраны, которая плотно закрывает узкий конец металлического конусообразного рупора. Игла прочерчивает на поверхности валика винтообразную линию. Если говорить в рупор, то звуковые волны приводят в колебательное движение мембрану, и укрепленная на ней игла с переменной силой давит на движущуюся под ней поверхность валика, углубляясь то больше, то меньше. В результате бороздка на валике будет иметь различную глубину по всей своей длине. Волнообразная поверхность «дна» бороздки (фиг. 333,*б*) есть не что иное, как рисунок «застывшего» звука — запись его.

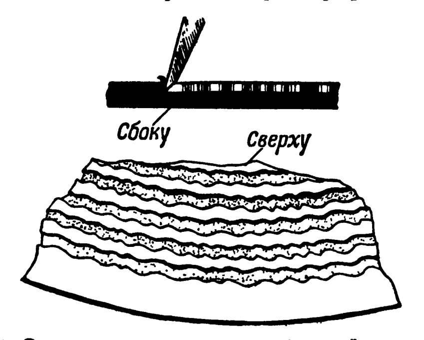
Фонограф может сразу же воспроизвести записанный звук. Для этого нужно только переставить иглу на начало бороздки и вращать валик в ту же сторону, что и при записи. Неравномерная глубина бороздки заставит колебаться иглу и мембрану. Колебания мембраны создадут звук, который будет слышен из рупора.

Более совершенным звуковоспроизводящим аппаратом, вытеснившим фотограф, был граммофон. В нем также имеются рупор и мембрана с иглой, но валик заменен диском (пластинкой), на котором механическим способом другим устройством записан звук. Кончик иглы при записи на диск колеблется не в продольном направлении, как в фонографе, а в поперечном, т. е. из стороны в сторону. Изменился и характер звуковой дорожки. На граммофонной пластинке она по всей длине имеет одинаковую глубину, но зато извивается как змейка (фиг. 334). При проигрывании граммофонной пластинки кончик иглы, следуя за всеми извилинами звуковой бороздки, колеблет мембрану, а мембрана преобразует эти колебания в звук.

При записи звука на валик фонографа или граммофонную пластинку звуковые волны преобразуются в механические колебания иглы или резца, наносящих звуковую бороздку. Мембрана и игла (резец) при таких способах



Фиг. 333. Устройство фонографа.



Фиг. 334. Звукозапись на граммофонной пластинке.

записи плохо реагируют на колебания верхних и нижних звуковых частот, в результате чего эти колебания записываются плохо или совсем не записываются. Кроме того, большие искажения вносит рупор звукозаписывающего аппарата.

После появления усилителей низкой частоты вместо механического способа звукозаписи стали применять электромеханический.

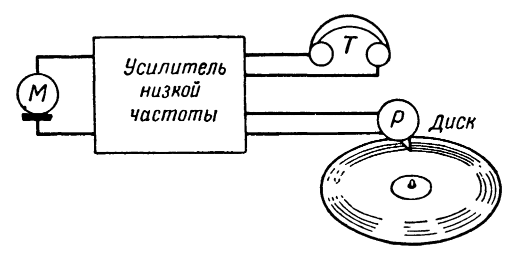
Электромеханическая звукозапись

При электромеханической записи звук при помощи микрофона преобразуется в электрические колебания звуковой частоты, которые усиливаются ламповым усилителем (фиг. 335). На выход усилителя включен электромагнитный рекордер *P*, который преобразует электрические колебания в механические колебания резца, нарезающего на вращающемся диске звуковую бороздку. Для контроля качества записи звука служит телефон *T* или громкоговоритель.

Устройство рекордера сходно с устройством электромагнитного звукоснимателя (см. 25-ю беседу). Он также имеет сильный магнит, полюсные наконечники и катушку, внутри которой может колебаться якорь. Вместо иглы к якорю прикреплен резец. Рекордер давит на резец, который врезается в диск. Ток звуковой частоты, проходя по катушке рекордера, приводит резец в колебательное движение, и на диске получается извилистая звуковая бороздка. Запись электромеханическим способом обеспечивает более звучное, ясное и естественное воспроизведение звука, чем прежний, чисто механический способ. На фиг. 336 показан станок для электромеханической звукозаписи на диск.

Воспроизведение звука, записанного на пластинку, может осуществляться как граммофоном, так и звукоснимателем через усилитель низкой частоты.

Электромеханическую звукозапись применяют и радиолюбители: они ведут такую звукозапись не только на диск, но на целлулоидную ленту.



Фиг. 335. Схема электромеханической записи звука.

Аппарат для механической записи на целлулоидную ленту (шоринофон) был разработан советским инженером А. Ф. Шориным. При помощи этого аппарата можно и прослушать записанное.

Граммофонная пластинка

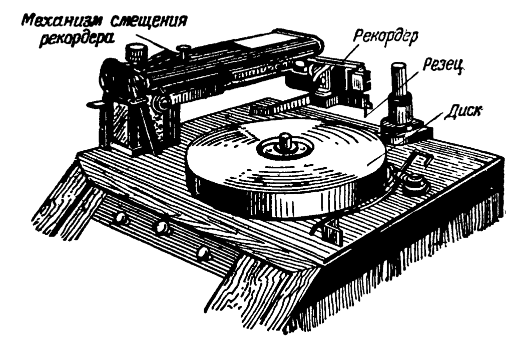
Разглядеть извилины звуковой бороздки граммофонной пластинки можно только через сильное увеличительное стекло, потому, что она имеет ширину всего несколько десятков микронов (микрон равен 0,001 *мм*), а расстояние между краями соседних бороздок составляет не более 100—110 микрон.

В последние годы стали выпускать так называемые долгоиграющие пластинки. Они отличаются от обычных граммофонных пластинок тем, что имеют более узкие бороздки с меньшими расстояниями между ними. Поэтому на одной долгоиграющей пластинке можно записать более длинный рассказ, песню или музыкальную программу, чем на обычной граммофонной пластинке такого же диаметра. Проигрывание долгоиграющих пластинок можно производить только при помощи специальных звукоснимателей.

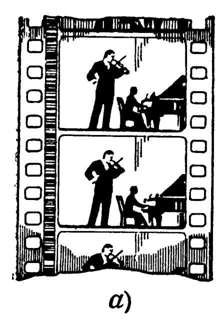
Световая звукозапись

Кто внимательно рассматривал ленту звуковой кинокартины, тот видел рядом с ее кадрами (отдельными картинками) полоску шириной в несколько миллиметров с причудливыми узорами. Это — «звуковая дорожка» фильма — фотография «застывшего» звука, сопровождающего фильм (фонограмма).

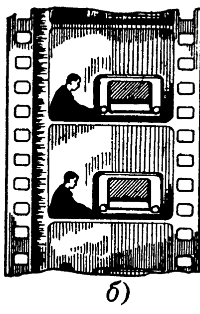
Звукозапись на киноленту производится следующим образом. Так же как и при электромеханическом способе, звуковые колебания при помощи микрофона преобразуются в электрические колебания, которые усиливаются. На выход усилителя включен так называемый световой модулятор, создающий световой пучок, интенсивность или ширина кото-



Фиг. 336. Станок для электромеханической звукозаписи на диск.

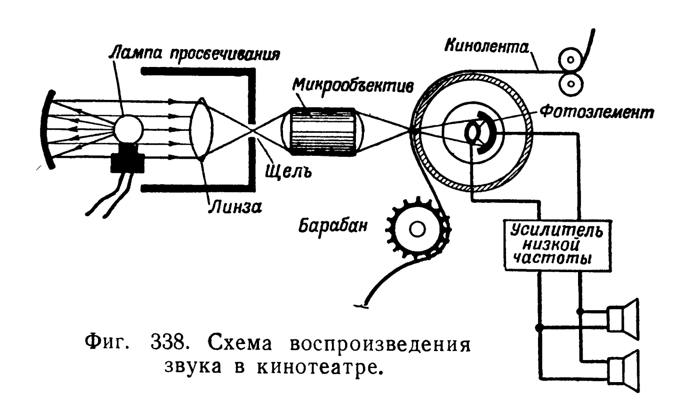


а)



б)

Фиг. 337. Отрезки ленты звукового кинофильма.
а — с интенсивным способом записи звука; *б* — с поперечным (трансверсальным) способом записи звука.



Фиг. 338. Схема воспроизведения звука в кинотеатре.

рого изменяется в зависимости от амплитуды колебаний, воспринимаемых микрофоном: чем громче звук, тем интенсивнее или шире световой пучок. Чем больше частота звука, тем чаще меняется интенсивность или ширина пучка света. Изменяющийся по интенсивности или ширине световой пучок направлен на движущуюся киноленту и образует на ней световой штрих. Киноленту проявляют и закрепляют так же, как обычный фотонегатив. После этого с нее печатают позитивные копии — кинофильмы.

На фиг. 337,*а* показан отрезок звукового кинофильма со звукозаписью «интенсивным» способом. По длине ленты изменяется плотность затемнения звуковой дорожки. На фиг. 337,*б* затемненная часть звуковой дорожки изменяется по ширине. Это — фильм с поперечным, так называемым трансверсальным способом записи звука.

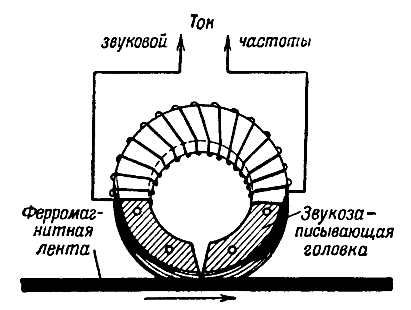
В кинопроекторе имеется специальная электролампа, называемая лампой просвечивания (фиг. 338); она создает поток света постоянной силы. Линза собирает лучи света лампы в пучок, ярко освещающий узкую щель. Пройдя щель и микрообъектив, составленный из линз, узкая полоска света просвечивает звуковую дорожку и освещает катод фотоэлемента. Лампа просвечивания, объектив и фотоэлемент заключены в футляры так, что свет может попасть на фотоэлемент только от лампы просвечивания сквозь звуковую дорожку кинофильма. Кинолента плавно протягивается перед фотоэлементом зубчатыми барабанами кинопроектора со скоростью около 450 *мм/сек.* При этом в соответствии с изменениями затемнения звуковой дорожки изменяется освещенность катода фотоэлемента с частотой записанного звука. В цепи фотоэлемента создаются электрические колебания звуковой частоты. Эти колебания усиливаются и при помощи громкоговорителей, установленных в зале рядом с экраном, преобразуются в звуки.

Способы записи звука на пленку были разработаны П. Г. Тагером, А. Ф. Шориным, В. Д. Охотниковым и другими советскими учеными и инженерами.

Магнитная звукозапись

В магнитном способе звукозаписи используется материал, способный длительное время сохранять магнитные свойства. Таким материалом — «звуконосителем» — может быть, например, стальная проволока, стальная лента или ферромагнитная лента из пластмассы, покрытая с одной стороны тонким слоем окислов железа. Ферромагнитная лента в настоящее время стала наиболее широко применяемым носителем звука.

Процесс магнитной записи показан на фиг. 339. Через обмотку звукозаписывающей головки, представляющей собой небольшой электромагнит с кольцеобразным сердечником, имеющим небольшую щель, проходит ток звуковой частоты. Прикасаясь к щели сердечника, скользит ферромагнитная лента, перематывающаяся с равномерной скоростью с одной бобины (катушки) на другую. Ток звуковой частоты создает в щели сердечника головки сильное магнитное поле, меняющееся со звуковой частотой. Это поле намагничивает ленту. В результате лента по всей длине приобретает неодинаковую намагниченность.



Фиг. 339. Запись звука на ферромагнитную ленту.

При воспроизведении звука намагниченная лента протягивается с той же скоростью, с какой на ней велась запись, мимо щели сердечника воспроизводящей головки, устроенной так же, как и записывающая. Неравномерно намагниченная лента создает в обмотке головки воспроизведения слабый ток звуковой частоты, который усиливается, для того чтобы привести в действие громкоговоритель.

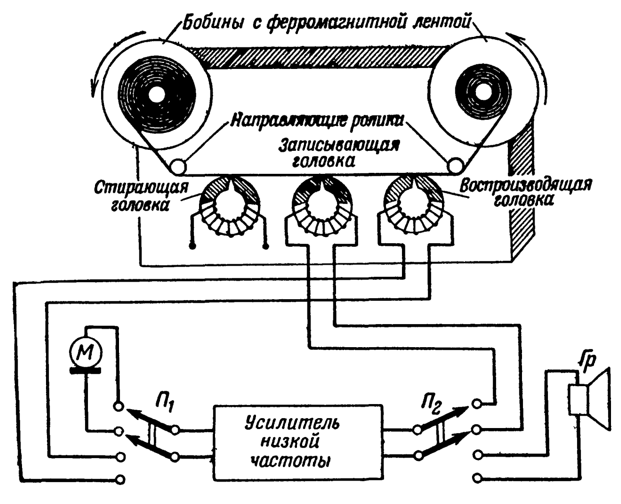
Воспроизведение звука с ферромагнитной ленты может производиться много раз.

Отличительная особенность магнитной звукозаписи заключается в том, что ненужную или плохо выполненную запись можно «стереть», протянув ферромагнитную ленту мимо полюсов сильного постоянного магнита или электромагнита, подобного записывающей и воспроизводящей головке, обмотка которого питается током высокой частоты.

Ширина стандартной ферромагнитной ленты 6,5 *мм*, а толщина не превышает 0,05—0,06 *мм*. Она хорошо склеивается, имеет малый вес. В маленькой катушке диаметром втрое меньше граммофонной пластинки умещается лента, необходимая для записи или воспроизведения в течение 15—20 мин. Вес же ее меньше граммофонной пластинки.

Аппарат для магнитной звукозаписи на ферромагнитную ленту называется **магнитофоном**. При помощи него можно сразу же после записи воспроизводить звук, а если нужно, то стирать и снова записывать звук.

Схематическое устройство магнитофона показано на фиг. 340. В него входят: усилитель низкой частоты, микрофон *М*, громкоговоритель *Гр*, головки для записи, воспроизведения и стирания записанного звука и лентопротяжный механизм, при помощи которого ферромагнитная лента перематывается с одной бобины (катушки) на другую, плавно протягиваясь около полюсов головок. Направление движения ферромагнитной ленты указано стрелками.



Фиг. 340. Схема магнитофона.

Усилитель используется как при записи, так и при воспроизведении звука. Переключение его на запись или воспроизведение осуществляется переключателями $П_1$ и $П_2$. Положение переключателей, показанное на фиг. 340, соответствует записи. В этом случае на вход усилителя включен микрофон, а на выход — звукозаписывающая головка; головка воспроизведения и громкоговоритель отключены. Обмотка стирающей головки питается от специального генератора тока высокой частоты (на фигуре не показан), смонтированного на панели усилителя.

Звук при помощи микрофона преобразуется в электрические колебания низкой частоты. Они усиливаются и подаются в обмотку звукозаписывающей головки, которая намагничивает движущуюся ферромагнитную ленту.

По окончании записи лента снимается с направляющих роликов и при помощи электродвигателя быстро перематывается с правой бобины на левую.

При воспроизведении переключатели $П_1$ и $П_2$ устанавливаются в нижнее положение. При этом на вход усилителя включается обмотка воспроизводящей головки, а на выход — громкоговоритель; микрофон, записывающая и стирающая головки отключены. Теперь ферромагнитная лента, перематывающаяся так же, как и при записи, скользит у полюсов воспроизводящей головки и создает в ее обмотке слабые колебания звуковой частоты. Эти колебания усиливаются и подаются на громкоговоритель.

Магнитный способ звукозаписи в настоящее время является наиболее распространенным. При помощи магнитофона записывают радиопередачи, песни, рассказы, оперы, спектакли, концерты, лекции. При помощи него записанное может быть в любое время воспроизведено или передано по радио.

Магнитофоны широко применяются в высших учебных заведениях для записи лекций.

Магнитная запись имеет еще одно преимущество — легко исправить ошибку или неточность, допущенную при записи, например артистом или лектором. Для этого из ленты вырезают кусок неудачной записи и вклеивают новый кусок ленты с новой записью. Записанные в различных местах выступления артистов могут быть смонтированы в один концерт. Такие концерты мы довольно часто слышим по радио.

По радио мы часто слышим чередующиеся выступления передовиков производства, сель-

ского хозяйства, транспорта, знатных людей нашей большой страны. Для этого записи, произведенные при помощи магнитофонов в различных местах страны, монтируют. Получается программа, мгновенно переносящая нас из одного города в другой, с завода — в колхоз, из лаборатории изобретателя — в кабинет композитора.

Магнитная запись удобна и во многих других случаях. Можно продиктовать деловое письмо, статью, а затем записанное перепечатать на машинке. Некоторые беседы, например, вошедшие в эту книгу, были проведены автором на занятии кружка юных радиолюбителей и записаны на магнитофоне. Записанное магнитофон «продиктовал» машинистке, которая перепечатала эти беседы.

Большой вклад в развитие и усовершенствование магнитной звукозаписи внесли советские ученые и инженеры. Найдены новые области применения магнитной записи звука. Сейчас, например, магнитная запись применяется при съемке кинофильмов. Магнитный способ звукозаписи широко распространен среди радиолюбителей. Любительские конструкции магнитофонов весьма разнообразны. В простых любительских магнитофонах часто для звукозаписи и звуковоспроизведения используется одна и та же (универсальная) головка. При записи она включается на выход, а при воспроизведении — на вход усилителя. Для стирания звука в таких конструкциях вместо специальной головки иногда используют постоянный магнит.

Недавно у нас были проведены успешные опыты записи на пленку сигналов телевизионных изображений. Применение этого способа позволит легко наладить обмен программами между телевизионными центрами.

Советуем прочитать:

В. Д. Охотников, В мире застывших звуков (Научно-популярная библиотека), Гостехиздат, 1951.

В. Г. Корольков, Механическая система записи звука (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1951.

В. Г. Корольков, Магнитная запись звука (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1949.

А. К. Бектобеков и М. С. Жук, Рекордер для записи на диск (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1951.

Ю. Н. Кулешов, Магнитофонная приставка (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1953.

Беседа тридцать четвертая

ФОТОТЕЛЕГРАФИЯ

Читая свежий номер газеты, мы иногда видим снимок, сделанный фотокорреспондентом вчера в таком далеком городе, откуда и самолет не долетит за сутки. Как же этот снимок мог попасть в газету? На этот вопрос отвечает подпись: «передано по фототелеграфу».

Фототелеграфия — это передача по проводам или по радио неподвижных изображений: фотографических снимков, писем, рисунков, чертежей, различных документов.

Как же передают изображения по радио?

Картинка из точек

Каждый из вас знает детскую игру — кубики с наклеенными на их стороны кусочками разрезанной картинки. Каждый такой кусочек в отдельности не дает полного представления о картинке. Картинка получится только тогда, когда кубики будут сложены в определенном порядке.

Картинку можно разрезать на очень большое число кусочков, а затем, сложив их в определенном порядке, снова получить картинку. Чем на бóльшее число кусочков разделена картинка, тем непонятнее содержание каждого из них. Кусочки картинки могут быть столь мелкими, что будут выглядеть точками с окраской различной плотности, но все же эти светлые, темные и черные точки являются элементами одной и той же картинки.

Если рассматривать через лупу увеличенный фотографический снимок, то можно заметить, что он состоит из темных и светлых точек. Эти точки есть не что иное, как мелкие «кубики» изображения, совершенно незаметные на небольшом фотоснимке, но выделяющиеся при большом увеличении. Фотографы говорят: видно зерно.

В кинотеатре зрителю, сидящему близко от экрана, изображение «рябит» и кажется нечетким. При достаточном удалении от экрана пятна и точки на экране уже в отдельности не видны, сливаются в единое, четкое изображение.

Посмотрите на любой снимок в газете. Даже без увеличительного стекла видно, что он состоит как бы из сетки серых и черных

точек. Это виден так называемый растр-сетка, который во время фотографирования изображения в цинкографии помещается перед фотографической пластинкой. Один из таких снимков, отпечатанный с растрового клише и увеличенный в несколько раз, показан на фиг. 341.



Фиг. 341. Увеличенный отпечаток с растрового клише.

Вблизи он кажется скоплением белых и черных точек. Отодвинув его подальше, вы увидите более четкое изображение.

Таким образом, всякое изображение можно представить себе состоящим из множества отдельных, но расположенных в строгом порядке точек — световых элементов, подобно тому как мелодия песни слагается из отдельных, но связанных между собой звуков.

Любой предмет мы видим только тогда, когда он светится сам или освещен каким-либо посторонним источником света. Белые или светлые точки предмета отражают лучи света лучше, чем серые или темные. Черные же точки предмета не отражают лучи света, а поглощают их. Отраженные от предмета лучи попадают на сетчатку глаза и раздражают ее, что мы воспринимаем как изображение предмета.

Изображение любого предмета или картинку можно разделить на множество горизонтальных или вертикальных полосок — строк равной ширины. Каждая строка будет представлять собой узкую дорожку из темных и светлых точек. Если узким пучком света, равным по ширине строке, облучать одну за другой строки изображения, подобно тому как, читая книгу, мы пробегаем глазом ее строки, а отраженные лучи света направить на фотоэлемент, то они будут преобразованы в фототок. Лучи света, отраженные светлыми участками изображения, создадут фототоки большей величины, чем отраженные темными участками. Мы получим ряд электрических сигналов, следующих друг за другом в порядке расположения элементов изображения в строках.

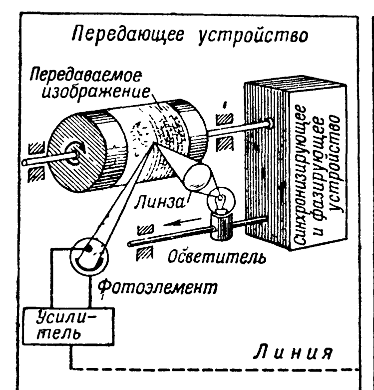
Эти сигналы могут быть переданы на расстояние по радио, преобразованы в отдельные светящиеся точки различной яркости и снова расположены в том же порядке, в каком они находились на передаваемом изображении.

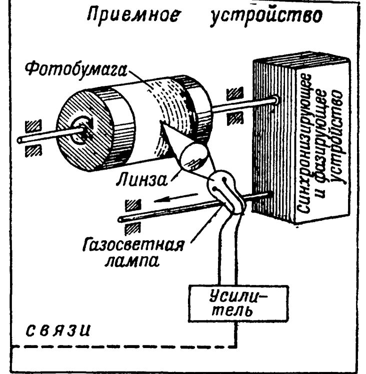
Снимок передан по фототелеграфу

Сущность передачи и приема неподвижных изображений иллюстрируется фиг. 342.

На передающей фототелеграфной станции фотоснимок, рисунок, чертеж или документ, которые надо передать по фототелеграфу, укрепляют на барабане, который вращается с постоянной скоростью. Вдоль оси барабана, также с постоянной скоростью, медленно перемещается электрическая лампочка, лучи света от которой собираются линзой в узкий пучок и направляются на барабан. На снимке образуется очень маленькое, но яркое световое пятнышко величиной с типографскую точку. Поскольку барабан вращается, а осветительная лампочка перемещается вдоль барабана, световое пятнышко «чертит» на снимке винтовую линию, к концу передачи снимка сплошь покрывающую всю его поверхность. Другими словами, световое пятнышко точка за точкой «просвечивает» последовательно все участки снимка, подобно тому как резец токарного станка проходит по цилиндрической детали.

Свет, отраженный от поверхности снимка, попадает на фотоэлемент, перемещающийся одновременно с лучом отраженного света. Интенсивность света, падающего на фотоэлемент, все





Фиг. 342. Схема передачи и приема фототелеграммы.

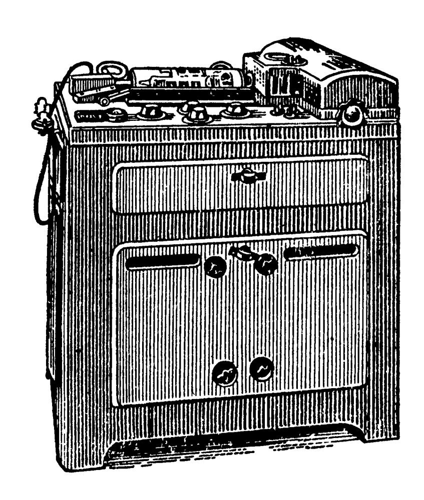
время изменяется; светлые участки снимка создают большой фототок, серые — меньший, а черные — еще меньший фототок. Возникшие при этом в цепи фотоэлемента электрические колебания усиливают и передают по проводной линии связи (фиг. 342) или по радио (промодулировав ими колебания высокой частоты) на большое расстояние.

На приемной станции фототелеграфа имеется медленно вращающийся барабан с укрепленным на нем листом фотобумаги. Вдоль барабана перемещается электрическая лампочка, лучи от которой собираются линзой в узкий пучок, направленный на барабан. Эта лампочка включена на выход усилителя сигналов, получаемых от передающей станции. Так как сила приходящих сигналов все время изменяется, лампочка светится с переменной силой — мигает в такт с изменениями приходящих сигналов. Световое пятнышко переменной интенсивности, падающее на барабан, описывает спиральную линию, которая постепенно проходит по всей поверхности листа фотобумаги. Здесь, таким образом, электрические сигналы, посланные передающей станцией, преобразуются в колебания интенсивности света, создавая на фотобумаге скрытое изображение. Остается только проявить и закрепить фотобумагу, чтобы получить копию изображения, отправленного передающей станцией фототелеграфа.

Практически запись изображения на фотобумаге на приемной фототелеграфной станции осуществляется несколько иначе. Лампа горит с постоянной яркостью, а создаваемый ею пучок света проходит через модулятор, «прозрачность» которого изменяется в такт с колебаниями силы принятых сигналов: при сильных сигналах, соответствующих светлым участкам передаваемого изображения, «прозрачность» модулятора уменьшается и свет на фотобумагу совсем не попадает, а при слабых сигналах, соответствующих темным или черным участкам передаваемого изображения, «прозрачность» модулятора увеличивается, световое пятнышко становится ярким и сильнее «засвечивает» фотобумагу.

Осветители передающего и приемного аппаратов на самом деле не движутся вдоль барабанов, а стоят на месте; при помощи оптических устройств перемещается только световой «зайчик».

В передающем устройстве, кроме того,



Фиг. 343. Фототелеграфный аппарат.

узкий пучок света, падающий на изображение, наложенное на барабан, прерывается диском быстро вращающегося обтюратора 1 300—1 700 раз в секунду (быстро пульсирующий фототок легче усиливать).

Чтобы принятое по фототелеграфу изображение не было искажено, необходимо точное согласование скоростей вращения барабанов и перемещения осветительных приборов вдоль барабанов приемного и передающего аппаратов. Устройства, вращающие барабаны и перемещающие осветительные лампочки, должны работать синхронно и синфазно. Это значит, что световые пятнышки обоих аппаратов должны с одинаковой скоростью описывать окружности на барабанах и за один оборот барабанов смещаться точно на длину, равную диаметру светового пятнышка. Такая согласованность обеспечивается специальными сигналами синхронизации, посылаемыми передающей станцией вместе с сигналами изображения.

Фототелеграфный аппарат является передающим и приемным. Переход с передачи на прием осуществляется переключателем.

Внешний вид фототелеграфного аппарата показан на фиг. 343.

Фототелеграфия в нашей стране является одним из важнейших средств связи. Во многих городах на телеграфе вы можете видеть объявление о приеме «фототелеграмм». Сюда можно принести фотоснимок, рисунок, чертеж. Через некоторое время в другом городе будет готова точная фотографическая копия этого снимка, рисунка или чертежа.

Беседа тридцать пятая

ТЕЛЕВИДЕНИЕ

Во многих квартирах и клубах Москвы, Ленинграда, Киева, Харькова и некоторых других городов, а также районов, прилегающих к этим городам, по вечерам вспыхивают экраны телевизоров. Появляется изображение диктора:..

«...Здравствуйте, товарищи радиозрители! Начинаем телевизионную передачу. Сегодня мы показываем...». И сотни тысяч людей смотрят у себя дома кинофильмы, спектакли, спортивные состязания, слушают концерты и оперы.

Телевидение — передача движущихся изображений по радио — одно из замечательнейших достижений науки и техники. Оно стало возможным благодаря трудам многих русских ученых и инженеров и в первую очередь изобретателя радио А. С. Попова, создателя фотоэлемента А. Г. Столетова и основоположника электронного телевидения Б. Л. Розинга.

В этой беседе мы расскажем о сущности телевидения.

Телевизионное изображение

Техника телевидения многое заимствовала у кинотехники. Кинокартина состоит из отдельных, следующих друг за другом кадров — снимков, сделанных через небольшие промежутки времени. При киносъемке движущийся предмет фотографируют 24 раза в секунду. Таким образом, каждый отдельный кадр — это фотоснимок, изображающий предмет в одной из стадий его движения. Полнометражная кинокартина длительностью 70—80 мин. состоит более чем из 100 000 таких неподвижных изображений.

При демонстрации кинокартины все эти кадры в той же последовательности и при той же скорости, с какой они снимались, проектируются на экран. А чтобы смена кадров была незаметной, на это время свет кинопроектора перекрывается диском обтюратора. Перед зрителем неподвижные картинки «оживают» — движутся люди, качаются деревья, стремительно проносятся поезда и автомобили.

Происходит такое «оживление» картинок потому, что наши глаза сохраняют виденное изображение в течение некоторого времени после того, как оно исчезло. Если, например, в темноте быстро вращать по кругу тлеющую спичку или фонарик, то отдельные светящиеся точки в нашем глазу сольются, и мы будем видеть светящееся кольцо. Другой пример. Вспышка молнии длится очень малую долю секунды. Однако при ее свете мы успеваем рассмотреть даже самые мелкие детали местности, так как глаза сохраняют исчезнувшее изображение. Это свойство глаз называют *инерционностью* зрения.

Если изображения различных стадий движения предмета сменяют друг друга настолько быстро, что каждое последующее изображение появляется в то время, пока еще не исчезло из нашей памяти предыдущее, то создается впечатление движения предмета. Именно так и происходит при просмотре кинофильма.

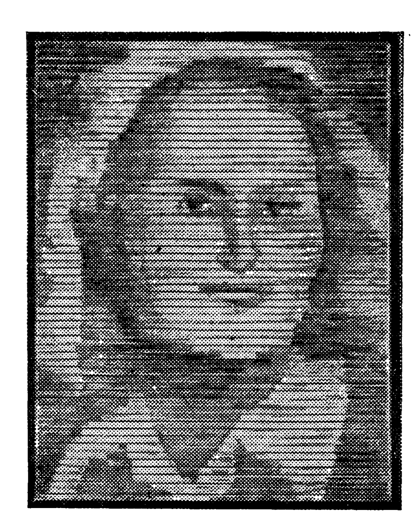
Телевизионное изображение также представляет собой чередующиеся кадры — изображения различных стадий движения диктора, актера или какого-либо предмета. Но каждый кадр передается и воспроизводится телевизионным приемником не целиком. Передаваемое по радио изображение разбивается на кадры, подобно тому как это делается в кино. Каждый же кадр в свою очередь разбивается на строки и элементы, подобно тому как это осуществляется при передаче фототелеграмм. При этом за 1 сек. сменяется 25 кадров.

Если бы мы мигающее пятнышко приемного фототелеграфного аппарата направили не на фотобумагу, а на экран и смогли бы заставить «зайчик» передающего аппарата скользить по изображению с такой скоростью, чтобы за 1 сек. он успевал пробегать по всем строкам изображения 25 раз, то на экране мы получили бы слитное изображение. Но механизмы фототелеграфных аппаратов вследствие своей «неповоротливости» не могут работать с такими большими скоростями. Для разложения передаваемого изображения и воспроизведения этого изображения в телевидении применяют безинерционные приборы — *электроннолучевые трубки*.

Четкость телевизионного изображения зависит от числа строк, на которое разлагается передаваемое изображение. Чем больше это число, тем отчетливее будут переданы детали изображения, тем выше качество телевизионного изображения.

На фиг. 344 для сравнения приведены три телевизионных изображения, переданных с различным числом строк. Левое изображение передавалось с разложением на 30 строк, среднее — на 60 строк, правое — на 120 строк. По этим рисункам можно судить о том, как с увеличением числа строк возрастает четкость телевизионного изображения.







Фиг 344. Телевизионные изображения различной четкости.

Телевизионные центры Москвы, Ленинграда и Киева передают изображение с разложением на 625 строк, что соответствует примерно 500 тыс. световых элементов.

„Электрический глаз“

Еще в конце прошлого столетия, когда был изучен фотоэффект, стали возникать самые разнообразные проекты устройств для передачи изображений на расстояние. Многие из них были нереальны, но они натолкнули ученых и изобретателей на правильный путь решения этой задачи: создать искусственный «электрический глаз», по устройству подобный нашему глазу.

Глаз (фиг. 345) представляет собой «яблоко», состоящее из нескольких оболочек. Плотная белая наружная оболочка защищает глаз от внешних воздействий. Передняя часть наружной оболочки, называемая роговой оболочкой, прозрачна. Под ней находится радужная оболочка, а в этой оболочке имеется отверстие — зрачок. За отверстием зрачка находится хрусталик, по форме напоминающий двояковыпуклую линзу. При помощи хрусталика уменьшенное изображение рассматриваемого предмета отбрасывается, как в фотоаппарате, на внутреннюю поверхность дна глаза — сетчатку. Сетчатка состоит из мельчайших разветвлений зрительного нерва, окончания которых чувствительны к свету. Световое раздражение сетчатки глаза передается по зрительному нерву к головному мозгу.

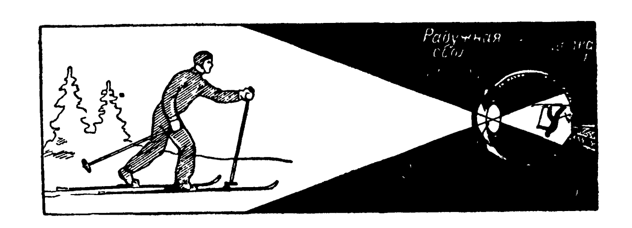
Создание «электрического глаза», похожего по устройству на глаз человека, оказалось возможным. Роль хрусталика может выполнять объектив, а роль сетчатки — фотоэлемент.

В первых практических телевизионных установках передаваемое изображение расчленялось на световые элементы по строкам при помощи так называемого диска Нипкова, представляющего собой непрозрачный диск с маленькими отверстиями, расположенными на нем по спирали. Число отверстий на диске определяло количество строк, на которое развертывалось изображение.

При такой системе световые элементы передаваемого изображения преобразовывались фотоэлементом в электрические сигналы. Эти сигналы передавались по радио. В месте приема эти сигналы преобразовывались газосветной (неоновой) лампой в световые вспышки, которые при помощи диска Нипкова, вращающегося синхронно с диском передатчика, «расставлялись» по своим местам. В результате в кадровой рамке телевизионного приемника, снабженной линзой, создавалось изображение.

Диски Нипкова позволяли развернуть изображение на 30, 60, 120, но не более 240 строк. Но и при 240 строках получить четкое изображение невозможно.

Основы современного высококачественного электронного телевидения были заложены еще в 1907 г. профессором Петербургского техно-



Фиг. 345. Так видит глаз.

логического института Борисом Львовичем Розингом. Он предложил осуществлять прием изображений при помощи электроннолучевой трубки.

В 1911 г. Б. Л. Розинг построил модель телевизионного приемника, на которой он впервые в мире получил изображение, «нарисованное» электронным лучом.

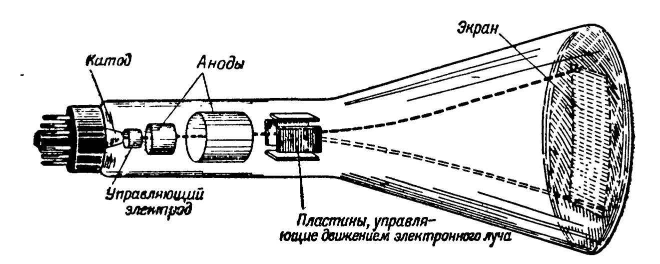
Несколько позднее Б. Л. Розинг дал теоретическое обоснование возможности использования электроннолучевой трубки и для развертки изображения на телевизионном передатчике. Эту идею развивало предложение А. П. Константинова, а практически она была осуществлена в 1931 г. советским ученым С. И. Катаевым.

Приемная электроннолучевая трубка

Устройство электроннолучевой трубки показано на фиг. 346. Она представляет собой стеклянный баллон, внутри которого воздух сильно разрежен. Плоская широкая часть трубки является экраном, на котором может быть получено изображение. С внутренней стороны эта часть трубки покрыта тонким слоем флуоресцирующего вещества, светящегося под ударом электронов.

На конце удлиненной части трубки имеется обычный цоколь со штырьками, через которые подаются напряжения на электроды трубки. Катод трубки подобен катоду электронной лампы. Он окружен металлическим колпачком с небольшим отверстием посредине, через которое вылетают излучаемые катодом электроны. Этот колпачок носит название управляющего электрода. Он играет такую же роль, как и управляющая сетка в электронной лампе, а также частично фокусирует электронный поток. Неподалеку от катода находится первый анод, имеющий форму полного цилиндра, внутри которого есть несколько дисков — диафрагм для лучшего собирания электронов в пучок. На первый анод подается положительное по отношению к катоду напряжение, под действием которого электроны ускоряются.

За первым анодом помещен второй, выполняемый обычно в виде проводящего покрытия, нанесенного на внутреннюю поверхность колбы. На второй анод подается еще более высокое положительное напряжение, чем на первый. Электроны, пролетая его, приобретают еще бо́льшую скорость полета и устремляются к экрану.



Фиг. 346. Устройство приемной электроннолучевой трубки

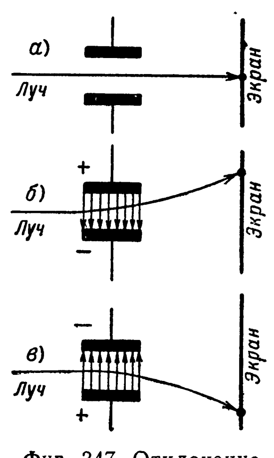
Напряжения на электродах трубки подбираются таким образом, что между управляющим электродом и первым анодом электростатическое поле образует как бы двояковыпуклую линзу, которая фокусирует электроны в тонкий пучок. Вторая такая же «линза» образуется между первым и вторым анодами. Катод, управляющий электрод и аноды трубки составляют своеобразный прожектор, который беспрерывно облучает электронами экран трубки. В месте попадания луча на экране появляется светящаяся точка. Она тем ярче, чем бо́льше электронов в луче и чем больше их скорость. Как только прекратится бомбардировка экрана электронами, мгновенно исчезнет и светящаяся точка на нем.

Интенсивность действия электронного луча на экран регулируется управляющим электродом, находящимся возле катода трубки и действующим подобно управляющей сетке обычной электронной лампы. На него подается напряжение сигналов изображения.

Между анодом и экраном трубки имеются четыре пластины, образующие два плоских конденсатора, электрические поля которых расположены перпендикулярно друг другу. Подавая напряжения на горизонтальные пластины, можно отклонить электронный луч вверх и вниз и тем самым переместить светящуюся точку на экране также вверх или вниз. Это — пластины вертикального отклонения луча.

Вертикально расположенные пластины образуют второй конденсатор, при помощи которого электронный луч и его светящуюся точку на экране можно перемещать в горизонтальном направлении (вправо или влево). Это — пластины горизонтального отклонения луча.

Почему же происходит отклонение луча? На фиг. 347 показаны пластины вертикального отклонения. При отсутствии напряжения на них (фиг. 347,*а*) электронный луч попадает в центр экрана



Фиг. 347. Отклонение электронного луча.

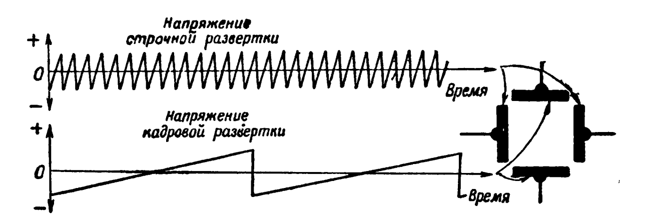
и создает здесь светящуюся точку. Если же зарядить конденсатор, то между его пластинами возникнет электрическое поле (фиг. 347,*б*) и электронный луч станет отталкиваться отрицательно заряженной пластиной и притягиваться положительно заряженной. Поэтому луч отклонится в сторону положительно заряженной пластины и светящаяся точка на экране переместится вверх. Отклонение луча будет тем больше, чем больше разность напряжений на пластинах. Если заряды на пластинах поменять местами, то луч отклонится в другую сторону и светящаяся точка переместится в нижнюю часть экрана (фиг. 347,*в*). Если напряжение на обкладках конденсатора непрерывно менять по величине и направлению, т. е. подавать на пластины переменное напряжение, то электронный луч будет непрерывно прочерчивать экран снизу вверх и сверху вниз, и на экране появится вертикальная узкая светящаяся полоска. Исчезнет переменное напряжение на пластинах, и светящаяся полоска превратится в точку, снова расположенную в центре экрана.

Подобным же образом воздействуют на электронный луч напряжения на вертикальных пластинах, с той лишь разницей, что они отклоняют электронный луч в горизонтальном направлении.

При приеме телевизионного изображения электронный луч должен быстро прочерчивать экран трубки построчно сверху вниз, как мы читаем страницу книги. Прочертив слева направо первую (верхнюю) строку, он должен быстро возвратиться налево, но немного ниже первой строки и прочертить вторую строку, затем точно так же третью, четвертую и т. д. Когда электронный луч прочертит последнюю, нижнюю строку, на экране будет закончен первый кадр. После этого луч вновь начнет прочерчивать первую строку, за ней вторую, третью и т. д., но уже следующего кадра.

Чтобы луч чертил на экране строго прямолинейные строки, на пластины конденсаторов подают от двух генераторов пилообразные напряжения различной частоты. От обычного переменного напряжения пилообразное отличается тем, что его величина падает значительно быстрее, чем возрастет, причем оба эти изменения изображаются графически прямыми линиями (фиг. 348).

На пластины конденсатора горизонтального отклонения луча подают пилообразное напряжение, частота которого равна произведению числа строк кадра на число кадров (это напряжение строчной развертки), а на пластины конденсатора вертикального отклонения луча подают напряжение, частота которого



Фиг. 348. Пилообразные напряжения, подаваемые на отклоняющие пластины электроннолучевой трубки.

равна частоте смены кадров в секунду (это напряжение кадровой развертки). При четкости изображения 625 строк и частоте смены кадров 25 раз в секунду электронный луч за $^1/_{25}$ секунды должен успеть прочертить на экране трубки 625 поперечных строк и только 1 раз за это время сделать движение снизу верх. Для этого генератор строчной развертки должен за 1 сек. давать 15 625 пилообразных колебаний, а генератор кадровой развертки — только 25. Прочерчивая с такой огромной скоростью экран, электронный луч в то же время заставляет его светиться, создавая, таким образом, основу — растр телевизионного изображения.

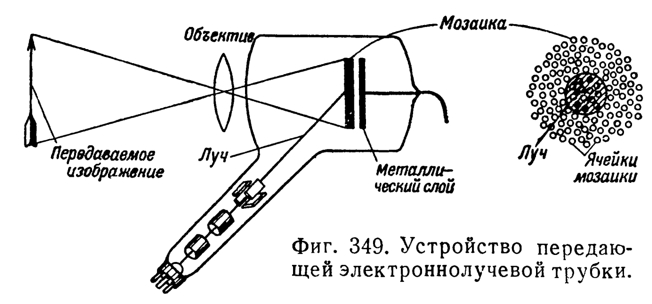
Если интенсивность электронного луча будет постоянной, то на экране трубки будет виден только светлый растр, образуемый строками. Но на луч воздействует также напряжение управляющего электрода трубки, на который подаются сигналы изображения. В такт со всеми этими сигналами управляющий электрод будет изменять интенсивность электронного луча, а значит, и интенсивность свечения точек на экране. А свечение точек различной яркости создает на экране слитное изображение.

В электроннолучевых трубках, применяемых в большинстве современных телевизионных приемников, отклоняющих пластин нет; отклонение и фокусировка луча осуществляются не электрическими, а магнитными полями. На горловину трубки надеты катушки, на которые подаются напряжения пилообразной формы. Электронным лучом управляют магнитные поля, образуемые токами катушек.

Электроннолучевые трубки, применяемые в телевизионных приемниках, называют к и н е с к о п а м и.

Передающая электроннолучевая трубка

В горловине передающей телевизионной трубки — и к о н о с к о п а (фиг. 349) — находится такой же электронный «прожектор», как и в приемной трубке, но без управляющего



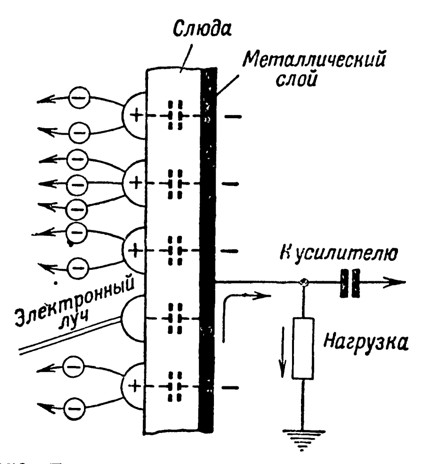
Фиг. 349. Устройство передающей электроннолучевой трубки.

электрода, и поэтому интенсивность электронного луча остается все время постоянной.

Внутри широкой части трубки укреплена слюдяная пластинка. Одна ее сторона, обращенная к электронному лучу, покрыта слоем специальной мозаики, состоящей из множества мельчайших, изолированных друг от друга крупинок светочувствительного вещества (на фиг. 349 справа они показаны в сильно увеличенном виде). Противоположная сторона слюды покрыта слоем металла.

Мозаика подобна светочувствительной сетчатке глаза. Каждая ее крупинка представляет собой чрезвычайно маленький катод фотоэлемента. Вместе с металлическим слоем она образует конденсатор, диэлектриком которого является слюда.

Передаваемое изображение при помощи объектива проектируется на мозаику трубки. Под действием света из крупинок мозаики вылетают электроны, и каждая из них поэтому приобретает положительный заряд (фиг. 350). Крупинки сильно освещенных участков изображения заряжаются сильнее, чем крупинки слабо освещенных участков. В результате на мозаике создается невидимое «электрическое изображение», состоящее из множества положительных зарядов. Движением электронного луча в этой трубке, так же как и в приемной,



Фиг. 350. Действие света и электронного луча на мозаику трубки (сильное увеличение).

управляют напряжения пилообразной формы, подаваемые на вертикальные и горизонтальные пластины. Прочерчивая построчно скрытое «электрическое изображение» на мозаике, электронный луч попадает на положительно заряженные крупинки и «отдает» им часть своих электронов. Это вызывает мгновенные разряды миниатюрных конденсаторов, образуемых крупинками мозаики, и на нагрузочном сопротивлении, включенном в цепь металлического слоя трубки, возникают импульсы тока. Сильно освещенные участки мозаики вызывают сильные импульсы тока, а слабо освещенные — слабые. Как только луч покидает крупинки, они под воздействием света вновь начинают накапливать положительные заряды. Таким образом, пробегая строку за строкой по невидимому «электрическому изображению», электронный луч как бы собирает в строгом порядке и последовательности положительные заряды мозаики, преобразуя их в колебания электрического тока — сигналы изображения. Эти колебания усиливаются электронными лампами и поступают на телевизионный передатчик.

Так, при помощи электроннолучевой трубки с мозаичным фотокатодом осуществляется развертка передаваемого изображения.

Телевизионная передача

В настоящее время телевидение осуществляется исключительно при помощи электроннолучевых передающих и приемных трубок.

Советские ученые и инженеры разработали высокочувствительные передающие телевизионные трубки, позволяющие вести передачи не только из студии телевизионного центра, но и из театров, со стадионов.

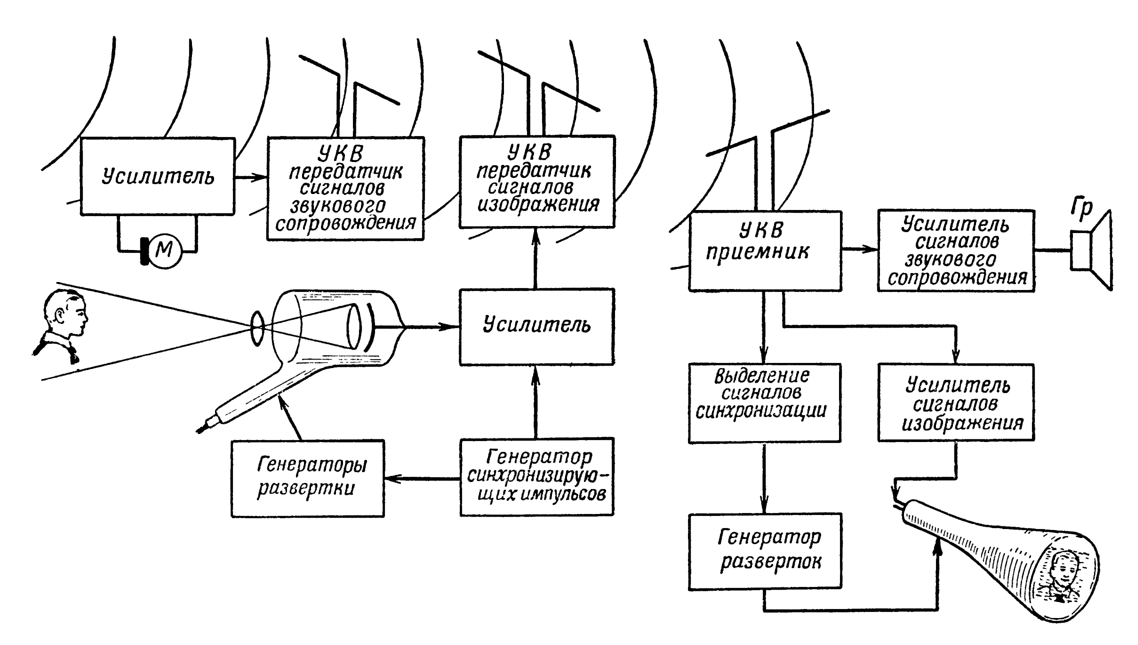
Познакомимся с общей схемой телевизионной передачи и телевизионного приема (фиг. 351).

Световые элементы передаваемого изображения, спроектированного на мозаику передающей трубки, преобразуются в электрические сигналы[1]. Эти сигналы усиливаются и подаются на телевизионный ультракоротковол-

[1] В современном телевидении применяется чересстрочная развертка передаваемого изображения. Электронный луч расчленяет скрытое изображение на мозаике трубки на строки не в порядке очередности расположения строк, а через строку. При этом он пробегает сначала по четным строкам, потом по нечетным, затем снова по четным и т. д.

Таким образом, изображение слагается из чередующихся полукадров, состоящих из четных и нечетных строк.

При такой системе развертки изображенне получается более четким и лучше воспринимается.



Фиг. 351. Блок-схема передачи и приема телевизионного изображения.

новый передатчик сигналов изображения. Вместе с сигналами изображения подаются еще синхронизирующие и гасящие импульсы строчной и кадровой частот, необходимые для того, чтобы согласовать движения лучей в приемной и передающей трубках, а также погасить луч на время его обратного хода по строкам и кадрам. Следовательно, телевизионный передатчик модулируется сигналами изображения, синхронизирующими и гасящими импульсами. Звуковое сопровождение телевизионной передачи ведется через другой ультракоротковолновый передатчик.

Антенна телевизионного приемника улавливает сигналы обоих передатчиков. Она представляет собой два симметрично расположенных горизонтальных проводника, укрепленных на одной стойке. Длина каждого проводника обычно составляет около $^1/_4$ длины волны. Такую антенну называют симметричным диполем.

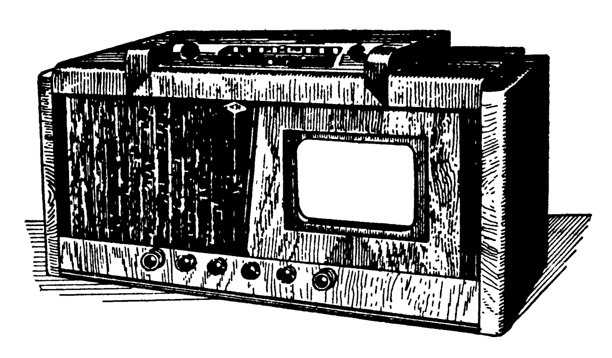
Сигналы, уловленные антенной, в приемнике, усиливаются, а затем разделяются. Выделенные синхронизирующие импульсы поддерживают строго постоянными частоты пилообразных напряжений, вырабатываемых генераторами строчной и кадровой разверток, и тем самым обеспечивают согласованное движение электронного луча в приемной трубке с движением луча в передающей трубке. Сигналы изображения после усиления и детектирования поступают на управляющий электрод приемной электроннолучевой трубки, и на ее экране воспроизводится передаваемое изображение. Сигналы звукового сопровождения после детектирования и усиления поступают в громкоговоритель.

Так, в общих чертах осуществляются высококачественная телевизионная передача и прием изображений на расстоянии.

Конструкций телевизионных приемников много. Они бывают и супергетеродинного типа и прямого усиления. В заводских телевизионных приемниках работает до 20—30 электронных ламп.

Радиолюбители собирают и более простые приемники, с меньшим количеством ламп. Изготовить и наладить телевизионный приемник — дело довольное сложное, требующее достаточной практической подготовки, применения специальной измерительной аппаратуры.

На фиг. 352 изображен телевизор «Ленинград Т-2». Справа в рамке расположен экран приемной электроннолучевой трубки. Размер получаемого на нем изображения 135 × 180 *мм*. В левой части телевизора укреплен электродинамический громкоговоритель, задрапированный декоративной тканью. Ручки, расположенные в нижней части ящика, предназначены для настройки приемника на телевизионную станцию, для регулирования яркости, резкости и контрастности принимаемого изображения. Телевизор «Ленинград Т-2» содержит в себе еще приемник для приема радиовещательных станций, работающих на



Фиг. 352. Телевизионный приемник „Ленинград Т-2".

длинных и средних волнах, а также для воспроизведения граммофонной записи при помощи звукоснимателя. В телевизоре «Ленинград Т-2» работает более 30 электронных ламп.

Для увеличения изображения часто используют приставные линзы.

Кроме телевизора «Ленинград Т-2», выпускаются телевизоры «Авангард», «Темп», «Север» и др. Они имеют экран бо́льших размеров.

Современные телевизионные передатчики работают на волнах длиной около 5—6 *м*. Эти волны распространяются прямолинейно. Поэтому расстояние, на котором можно уверенно принимать телевизионные передачи, ограничено. Уверенный прием телевизионных передач возможен примерно на расстоянии до 60—70 *км* от телевизионного центра. Однако при высоко поднятой над землей антенне, обладающей большой направленностью, прием телевизионных передач может быть осуществлен на расстоянии до 200—300 *км*. Принятые сигналы изображения могут быть усилены и при помощи передатчика приемной станции и переданы телезрителям.

Ретрансляционные радиостанции позволяют во много раз увеличить дальность действия телевизионных центров.

Разработана приемная трубка для большого экрана. Изображение, полученное на такой трубке (называемой проекционной), при помощи системы увеличительных линз проектируется на большой экран, как в кино. Такая установка работает в Москве в кино «Эрмитаж».

В крупных городах СССР строятся новые телевизионные центры и ретрансляционные станции. В Москве начаты опытные передачи цветного телевидения.

Советуем прочитать:

А. Д. Батраков и А. Я. Клопов, Рассказ о телевизоре (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1951.

М. Э. Гос, Телевидение, Связьиздат, 1951.

К. А. Гладков, Телевидение, Детгиз, 1954.

Беседа тридцать шестая

РАДИОЛОКАЦИЯ

Радиолокация — обнаружение и определение местоположения различных объектов в воздухе, на воде, на земле при помощи радиоволн — основана на свойстве радиоволн отражаться от предметов, встречающихся на их пути. Отражение радиоволн было установлено немецким ученым Герцем, а практическое отражение волн от больших объектов наблюдал изобретатель радио А. С. Попов в 1897 г. во время опытов по радиосвязи на Балтийском море.

Практическое развитие радиолокации началось в период Великой Отечественной войны.

В чем сущность радиолокации?

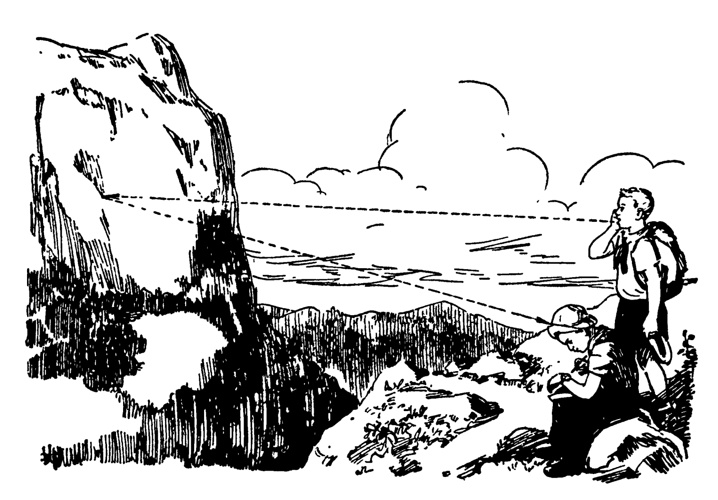
Эхо

Эхо — явление отражения звука от различных препятствий. Его можно наблюдать в больших пустых аудиториях, залах, в лесу, в горах. Оно может быть использовано для определения расстояния до предмета, препятствия.

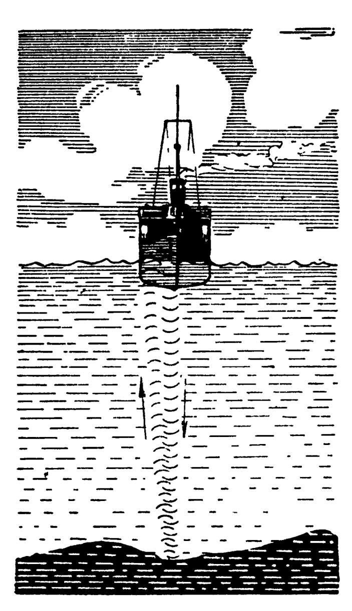
Можно ли определить расстояние до отвесной скалы? Можно! Для этого надо иметь только секундомер. Крикните громко и отрывисто. Через несколько секунд вы услышите отголосок вашего короткого звука (фиг. 353). Это — звуковое эхо. Короткая очередь звуковых волн, созданная вами, долетела до скалы, отразилась от нее и вернулась обратно.

Пусть по секундомеру время, которое прошло с момента выкрика до момента прихода эхо, оказалось равным 6 сек. Звуковые волны распространяются в воздухе со скоростью 340 *м/сек*. За 6 сек. они прошли расстояние до скалы и возвратились обратно. Значит, расстояние до скалы 2 040 : 2 = 1 020 *м*.

Явление эхо используется и для измерения глубины моря. Для этого существует специаль-



Фиг. 353. Расстояние до скалы можно подсчитать, определив время прохождения звуковых волн.



Фиг. 354. Измерение глубины моря при помощи эхолота.

ный аппарат — эхолот: в днище корпуса судна укреплены излучатель мощных ультразвуковых волн (частоты которых лежат за пределами воспринимаемых нашим ухом) и приемное устройство (фиг. 354). Излучатель включают на очень короткий промежуток времени. Короткие очереди волн пронизывают толщу воды и, отражаясь от дна моря, возвращаются к приемному устройству. Скорость распространения ультразвуковых волн в воде (так же как и звуковых) равна 1 450 *м/сек* (почти в 5 раз быстрее, чем в воздухе). Если эту скорость, выраженную в метрах, умножить на длительность промежутка времени между моментами излучения и приема сигналов и произведение разделить на 2, то результат даст глубину моря в метрах. Если, например, эхолот зарегистрировал время прохождения сигнала 0,8 сек., то глубина моря в данном участке составляет 580 *м*.

Радиоэхо

Радиоволны, встречая на своем пути какой-либо предмет, частично поглощаются им, частично проходят дальше, а частично отражаются от него и рассеиваются во все стороны. Отраженные радиоволны — «радиоэхо», так же как и звуковые волны, могут быть уловлены приемником. Зная скорость распространения радиоволн и время прохождения их до отражающего предмета и обратно, можно определить расстояние до предмета.

Радиоволны отражаются землей, водой, деревьями, живыми существами, металлическими и другими телами. Лучше всего отражают радиоволны проводники электрического тока — металлы. Сила отраженного и принятого сигналов зависит от длины радиоволны и размеров отражающего тела. Лучшее отражение получается, когда длина волны меньше размера отражающего тела.

Работа радиолокационной станции

Обнаружение и определение местоположения объектов (например, самолетов в воздухе) осуществляются радиолокационной станцией (радиолокатором). Она содержит в себе радиопередатчик, радиоприемник, приборы, фиксирующие время распространения до объекта и обратно и автоматически пересчитывающие его в расстояние, указывающие направление, с которого приходит отраженный сигнал, и ряд других вспомогательных устройств.

Передатчик такой станции посылает в пространство радиоимпульсы. Если на пути их распространения окажется какой-либо объект, то, отражаясь от него, импульсы будут рассеяны во все стороны, в том числе и в сторону радиолокационной станции. Это «радиоэхо» фиксируется приемником радиолокатора.

Но знать, что где-то в пространстве находится отражающий предмет, еще недостаточно. Нужно определить и направление, в котором в данный момент находится этот предмет. Если радиолокационная станция будет посылать радиоволны во все стороны, как это делает радиовещательная станция, то отраженные волны будут приходить от всех объектов, находящихся от станции в разных направлениях. Поэтому, чтобы знать направление на

самолет, радиолокационная станция должна посылать радиоволны направленным, сравнительно узким пучком, подобным лучу прожектора. В этом случае приемник получит сигналы, отраженные только тем объектом, который находится в данном направлении.

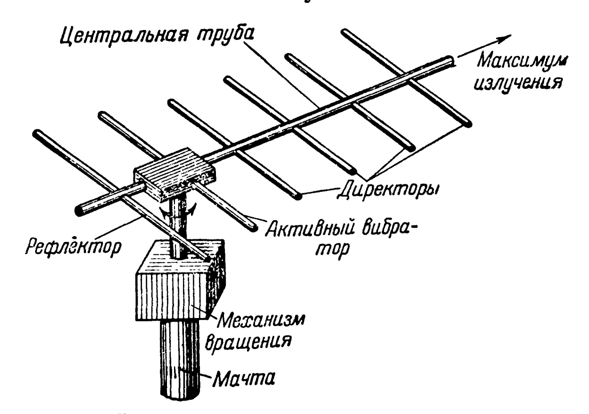
Передатчик станции посылает в пространство радиоволны короткими импульсами. В промежутках между импульсами осуществляется прием отраженных волн. Определяя время между посланным и принятым импульсами, можно определить расстояние до объекта.

Радиолокационные станции работают на метровых, дециметровых и сантиметровых волнах, т. е. на частотах свыше 30 *мггц*.

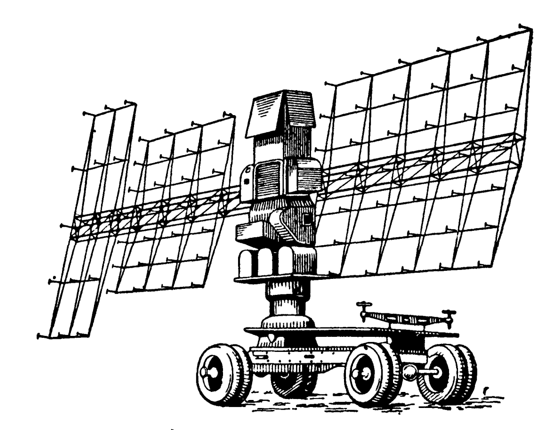
Антенные устройства

Антенны радиолокационных станций должны посылать в пространство радиоволны небольшой длины узким направленным лучом. Чтобы облучить объект в любой точке пространства, антенну нужно вращать во всех направлениях, как прожектор. В связи с этим антенны радиолокационных станций имеют ряд конструктивных особенностей.

Наиболее простая антенна радиолокационной станции метрового диапазона имеет несколько вибраторов (фиг. 355). Длина каждого из них равна приблизительно $^1/_2$ длины излучаемой волны. Все они укреплены на одной центральной трубе — стержне. Ток высокой частоты от передатчика подводится только к одному вибратору, называемому а к т и в н ы м. Другие вибраторы питания не получают. Вибраторы, расположенные впереди активного, концентрируют и направляют излучаемую энергию радиоволн. Они получили название д и р е к т о р о в. Такая антенна излучает довольно узкий пучок радиоволн в одном направлении — в сторону директоров при незначительном боковом излучении.



Фиг. 355. Антенна направленного излучения.

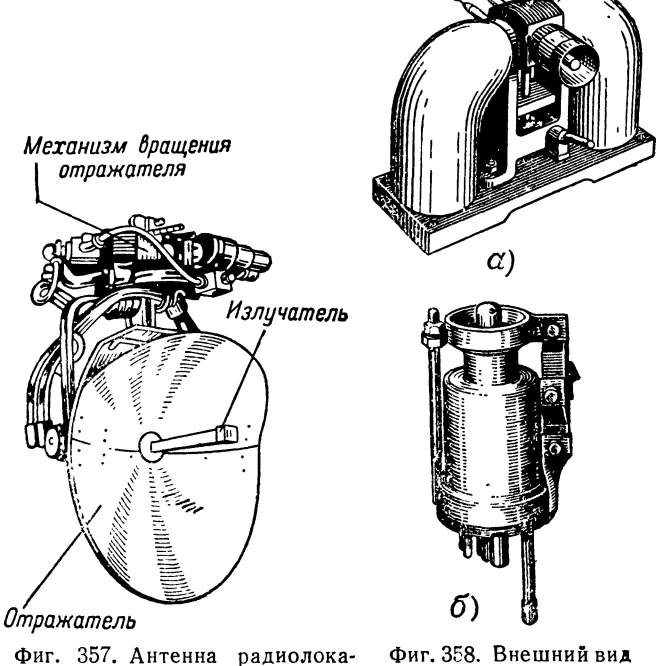


Фиг. 356. Антенна радиолокационной станции передвижного типа.

Для излучения энергии радиоволн более узким лучом антенна должна иметь большее количество вибраторов. Одна из многовибраторных антенн радиолокационной станции передвижного типа, работающей на метровых волнах, показана на фиг. 356.

На фиг. 357 показано устройство антенны самолетной радиолокационной станции, работающей на сантиметровых волнах. Энергия электромагнитных колебаний, подведенных от передатчика, направляется очень узким пучком при помощи металлического рефлектора, подобного вогнутому зеркалу прожектора.

Антенна радиолокационной станции является одновременно и приемной.



Фиг. 357. Антенна радиолокационной станции самолетного типа

Фиг. 358. Внешний вид магнетрона (*а*) и клистрона (*б*).

Генератор

В генераторах радиолокационных станций, работающих на сантиметровых волнах, используют электронные лампы особой конструкции — магнетроны и клистроны. Магнетроны служат для генерирования мощных колебаний сверхвысокой частоты. Клистроны используются главным образом в гетеродинах приемников. Внешний вид магнетрона и клистрона показан на фиг. 358.

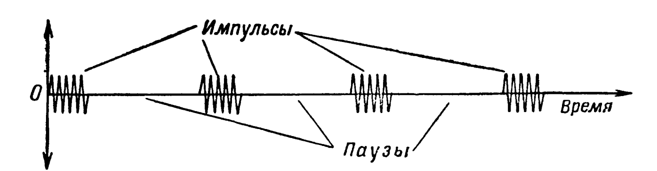
В генераторах сверхвысоких частот нет колебательных контуров в том виде, в каком мы привыкли их видеть в радиовещательных приемниках. Индуктивности и емкости таких колебательных контуров чрезвычайно малы. Колебательные контуры таких генераторов имеют вид петель, отрезков проводников или труб. В станциях, работающих на сантиметровых волнах, применяют специальные устройства, совсем непохожие на обычные колебательные контуры.

Передатчик радиолокационной станции, как мы сказали, работает в импульсном режиме; импульсами излучает радиоволны и его антенна. Импульсный режим — это такой режим работы, когда генератор передатчика в течение очень короткого промежутка времени создает колебания, после чего наступает сравнительно продолжительный перерыв — пауза, — в течение которого генератор «отдыхает» (фиг. 359). Во время перерыва происходит прием отраженных волн. Затем снова излучается такой же импульс, за ним следует пауза и т. д. Антенна передатчика как бы «стреляет» в пространство короткими «очередями» радиоволн.

В зависимости от назначения радиолокационной станции продолжительность, частота и мощность импульсов лежат в пределах 0,1—50 *мксек*, а число импульсов, излучаемых в 1 сек. (частота повторения), от 50 до 5000.

Допустим, что каждый импульс радиолокационной станции длится 10 *мксек* и за каждую секунду излучается 500 таких импульсов. Следовательно, паузы между импульсами будут почти в 200 раз продолжительнее, чем импульсы (пауза длится 1 990 *мксек*, а импульс — 10 *мксек*). Получается, что генератор передатчика радиолокационной станции больше «отдыхает», чем работает. За сутки генератор такого радиолокатора в общей сложности работает несколько минут.

При таком режиме работы генератора мощность каждого импульса достигает десятков, сотен и даже тысяч киловатт. Любопытно, что средняя мощность импульса, генерируемого радиолокационной станцией, в 15—20 раз больше потребляемой ею мощности. Объясняется это тем, что во время пауз в передатчике накапливается энергия, которая затем в течение очень коротких промежутков времени в виде колебаний высокой частоты поступает в антенну и излучается ею.



Фиг. 359. График импульсного излучения.

Расстояние до объекта определяется, как было сказано, временем между моментами посылки импульса и возвращения его в виде «радиоэхо».

Радиоволны распространяются со скоростью 300 000 *км/сек* (точнее 299 820 *км/сек*), т. е. почти в 1 млн. раз быстрее звука. Это значит, что при обнаружении, например, самолета, находящегося на расстоянии 150 *км*, «радиоэхо» вернется через 0,001 сек., а при расстоянии до него 300 *км* — через 0,002 сек.

Для измерения таких коротких промежутков времени обычные секундомеры не годятся. Неточность в отсчете времени в 0,1 *мсек* дает ошибку, равную 15 *км*. Поэтому точность отсчета времени имеет решающее значение для определения расстояния до объекта.

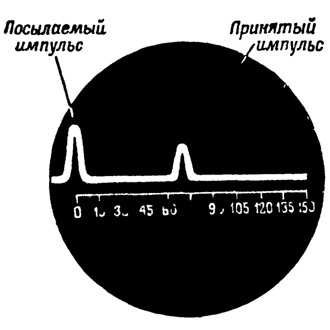
В радиолокационной станции отсчет времени производится при помощи особых «электронных секундомеров», роль которых выполняют электроннолучевые трубки. Для этого на пластины горизонтального отклонения луча трубки подается пилообразное напряжение определенной частоты, например 1 000 *гц*. При такой частоте электронный луч 1 000 раз в 1 сек. прочерчивает экран, образуя на нем тонкую прямую светящуюся линию (фиг. 360). Общая длина линии на экране при этом соответствует в масштабе отрезку времени длительностью 0,001 сек. = 1 *мсек*.

Пластины вертикального отклонения луча трубки включены на выход приемника. Если в приемник не поступают отраженные импульсы, то и линия на экране имеет вид прямой. Но как только начинают поступать отраженные импульсы, на светящейся линии получается «выброс», как показано на фиг. 361. На этой фигуре видно, что радиоэхо пришло через 0,7 *мсек* после того, как был послан импульс радиоволн в пространство. За это время радио-



Фиг. 360. Электронный луч создает на экране трубки линию, длина которой соответствует 1 *мсек.*

Фиг. 361. Принятый импульс радиоволн зафиксирован на экране трубки.



Фиг. 362. „Выброс" линии на экране указывает расстояние до цели.

волны прошли всего 210 *км*, значит расстояние до цели равно 105 *км*.

Шкалы на экранах трубок радиолокационных станций обычно градуируют в километрах (фиг. 362), что очень упрощает отсчет расстояния до объекта.

Луч на экране трубки начинает двигаться слева направо от нулевого деления шкалы в тот момент, когда происходит излучение импульса. Момент посылки импульса отмечается выбросом на нулевом делении шкалы трубки.

Скелетная схема радиолокационной станции

Блок-схема радиолокационной станции показана на фиг. 363. Основными ее узлами являются: мощный генератор колебаний высокой частоты, работающий в импульсном режиме, антенна с механизмом вращения, приемник, указатели направления (азимута), угла места и дальности обнаруженного объекта, антенный переключатель и хронизатор.

Антенна при помощи электродвигателей может вращаться вокруг своей оси, подниматься, наклоняться и останавливаться. На время работы передатчика антенный переключатель подключают антенну к генератору, а во время пауз — к приемнику; он же защищает приемник от мощных импульсов генератора сверхвысокой частоты.

Принятые, усиленные и продетектированные отраженные сигналы поступают на пластины вертикального отклонения электроннолучевой трубки. Генератор развертки вырабатывает пилообразное напряжение, подаваемое на пластины горизонтального отклонения трубки.

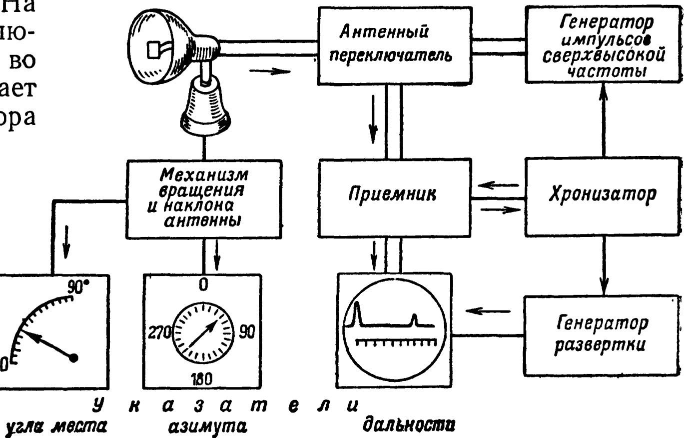
Хронизатор обеспечивает согласованную работу генератора, излучающего импульсы энергии сверхвысокой частоты, и генератора развертки электроннолучевой трубки. Через строго определенные промежутки времени хронизатор вырабатывает «пусковые» импульсы, действующие на генератор колебаний сверхвысокой частоты и на генератор развертки.

С вращающейся антенной связан указатель азимута, показывающий направление, откуда приходит отраженный сигнал. Азимут объекта — это угол между направлением на данный объект и направлением на север (фиг. 364). Шкала указателя азимута разделена на градусы, как в компасе.

Таким образом, приборы радиолокационной станции в любую погоду, днем и ночью, указывают местоположение обнаруженного объекта. Таковы в общих чертах устройство и работа радиолокационной станции.

Существуют радиолокационные станции береговые, корабельные, самолетные, прожекторные, артиллерийской наводки и многие другие. Одни радиолокационные станции могут обнаруживать летящие самолеты на расстоянии до 200—300 *км* с точностью до нескольких сотен метров, другие обнаруживают и определяют местоположение объектов на расстоянии в несколько километров с точностью до нескольких метров.

Вы, дорогие читатели, вправе задать вопрос: а как же узнать свой или чужой самолет или корабль виден на экране радиолокационной станции? На самолетах устанавливаются небольшие передатчики, которые автоматически включаются при облучении их



Фиг. 363. Блок-схема радиолокационной станции.

радиоволнами своей радиолокационной станции и посылают «ответные» опознавательные сигналы, видные на экране электроннолучевой трубки.

Применения радиолокации

Во время Великой Отечественной войны радиолокация оказывала неоценимые услуги Советской Армии. В мирное время она помогает Советской Армии охранять наши границы. Но ошибочно было бы думать, что радиолокация применяется только в военном деле.

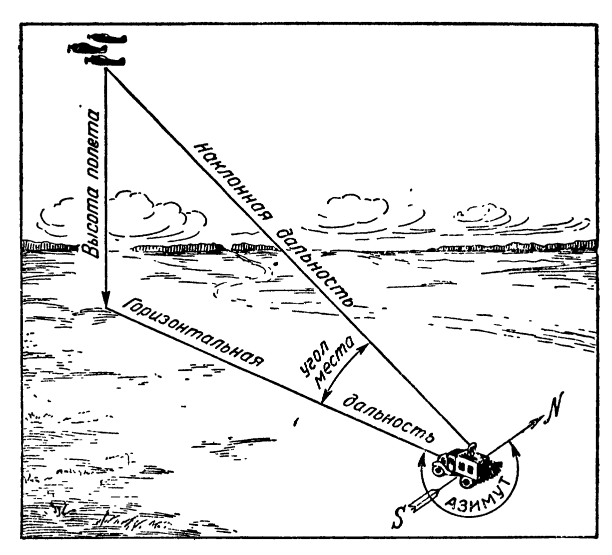
Радиолокация широко применяется в метеорологии. Она помогает синоптикам в любую погоду вести наблюдения за полетами шаров-зондов, за передвижением дождевых облаков и грозовых фронтов.

Диспетчеры аэропортов Гражданского воздушного флота используют радиолокационные станции для того, чтобы определять местоположение самолетов на трассах.

Радиолокационные станции установлены и на самолетах. При помощи радиолокатора летчик не только определяет высоту, но и видит на экране очертания местности, над которой он летит. Это дает возможность самолетам летать в любую погоду.

Радиолокационные станции обеспечивают безопасное вождение кораблей в любую погоду, своевременно предупреждая о приближении к другим кораблям, берегам и скалам.

Радиолокация нашла себе применение и в астрономии. При помощи радиолокационной станции был послан импульс радиоволн на Луну. Он вернулся через 2,5 сек. При помощи наземных радиолокационных станций наши астрономы ведут наблюдения за падающими метеорами в любое врмя года и суток.



Фиг. 364. Определение направления и высоты полета объекта.

Таков далеко неполный перечень областей применения радиолокации в наше время.

Советуем прочитать:

С. А. Бажанов, Что такое радиолокация, Воениздат, 1949.

Ф. И. Честнов, Радио сегодня, Воениздат, 1950.

А. А. Траскин, Радиолокационная техника и ее применение (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1951.

Беседа тридцать седьмая

ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНИКИ ВЫСОКИХ ЧАСТОТ

В наше время трудно найти такую область промышленности, сельского хозяйства, науки и техники, где не использовались бы токи высокой частоты и радиоволны. О некоторых областях применения техники высоких частот мы расскажем в этой беседе.

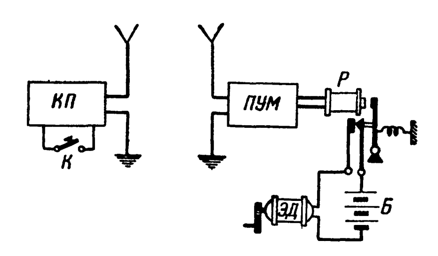
Управление механизмами на расстоянии

При помощи радиоволн можно на расстоянии управлять самолетом, кораблем, автомобилем, включать и выключать различные механизмы. Эта интереснейшая область применения радиотехники называется **радиотелеуправлением** или **радиотелемеханикой**.

Сущность радиотелеуправления заключается в том, что радиопередатчик командного пункта посылает сигналы — короткие или продолжительные импульсы электромагнитной энергии, — которые при помощи приемника, установленного на объекте, включают и выключают его механизмы.

Схема радиотелеуправления в простейшем ее виде показана на фиг. 365. Командный

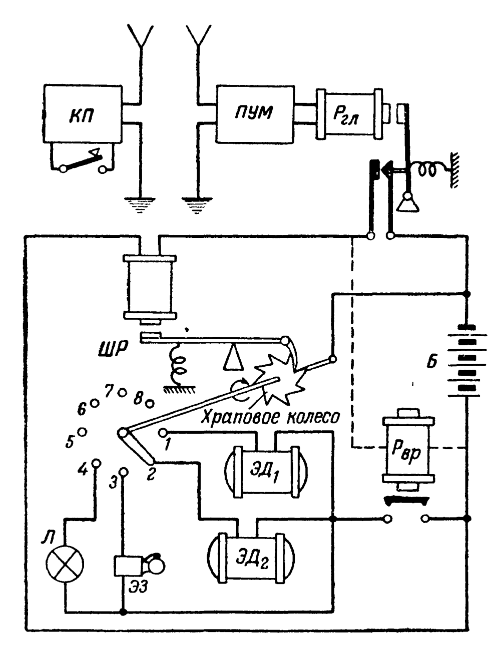
передатчик *КП* представляет собой ламповый генератор тока высокой частоты с антенной, излучающей радиоволны. Управление передатчиком осуществляется телеграфным ключом *К*. Продолжительность работы передатчика определяется временем нажатия на ключ.



Фиг. 365. Упрощенная схема однокомандного радиотелеуправления.

Приемник управляемого механизма *ПУМ* настроен на частоту командного передатчика. На выход приемника включено электромагнитное реле *Р*, включающее ток от батареи *Б* на электродвигатель *ЭД*.

Когда командный передатчик не излучает радиоволн, ток на выходе приемника отсутствует или весьма мал, якорь реле не притянут и цепь питания электродвигателя разомкнута. При включении передатчика на выходе приемника появляется ток, якорь реле притягивается и замыкает контакты цепи питания электродвигателя.



Фиг. 366. Схема многокомандного радиотелеуправления.

Электродвигатель может повернуть руль лодки или штурвальное колесо корабля, изменять положение рулей высоты или поворота самолета и т. п. Как только передатчик прекратит излучение, реле приемника разорвет цепь питания электродвигателя.

Обычно управляемый объект выполняет несколько команд. Например, корабль должен поворачиваться направо, налево, изменять скорость хода, останавливаться и т. д. Для каждой команды можно иметь самостоятельный передатчик, излучающей радиоволны определенной длины, и настроенный на него радиоприемник на управляемом объекте. Тогда каждый приемник будет принимать только ту команду, которую подает соответствующий ему передатчик, и приводить в действие свое реле. Но такая система телеуправления слишком сложна, а подчас технически неосуществима. Различные исполнительные механизмы на радиоуправляемом объекте обычно включаются через специальное устройство от одного приемника.

Наиболее простая схема многокомандного радиоуправления показана на фиг. 366. Она отличается от предыдущей схемы тем, что в нее добавлено устройство избирательного управления исполнительными механизмами — так называемый шаговый распределитель *ШР*. На выход приемника управления механизмами включено главное реле $Р_{гл}$, которое при приеме сигнала замыкает цепь питания шагового распределителя. Якорь электромагнита шагового распределителя представляет собой рычаг, качающийся на точке опоры, расположенной посредине рычага. На конце, противоположном сердечнику электромагнита, якорь имеет металлическую собачку, упирающуюся в одну из впадин зубчатого храпового колеса с косыми зубцами. При приеме сигнала сердечник электромагнита притягивает конец якоря, а собачка якоря нажимает на зубец храпового колеса и поворачивает его. Когда же сигнал прекращается и ток в обмотке распределителя исчезает, якорь под действием пружины отходит от сердечника и собачка, скользя по косому зубцу, попадает во впадины следующего зубца храпового колеса. При каждом включении и выключении реле храповое колесо поворачивается на один зубец.

Храповое колесо жестко скреплено с осью, на которой имеется металлический ползунок, скользящий по контактам электрических цепей исполнительных механизмов. При каждом радиосигнале ползунок переходит с контакта на контакт (соседний — делает один шаг). Включается та цепь исполнительного механизма, на контакте который стоит ползунок: при остановке

его на контакте № 1 включается электродвигатель $ЭД_1$, на контакте № 2 — электродвигатель $ЭД_2$, на контакте № 3 — электрический звонок *Зв*, на контакте № 4 — лампочка *Л* и т. д. Сколько имеется контактов в распределителе, столько же команд может выполняться. Число контактов и число зубцов храпового колеса одинаковы.

Схема содержит еще реле времени $Р_{вр}$ (его цепь на фиг. 365 показана пунктирными линиями). Дело в том, что ползунок шагового распределителя может переходить только последовательно с контакта на контакт. Чтобы ползунок переместился, например, с контакта № 8 на контакт № 3 и включил звонок, с командного пункта нужно послать три сигнала: от первого сигнала ползунок встанет на первый контакт, от второго — на второй контакт и только после следующего, третьего сигнала ползунок установится на третьем контакте и включит звонок. Очевидно, что при всех, даже коротких, остановках ползунка на промежуточных контактах он будет включать механизмы, подключенные к этим контактам. Чтобы избежать включения механизмов, которые работать не должны, вводится реле времени. Ток на его обмотку включается одновременно с включением тока на обмотку шагового распределителя, но несколько позднее. Если с командного пункта послать три коротких сигнала, то хотя ползунок распределителя и пробежит через два контакта, реле времени будет в эти моменты держать разомкнутыми цепи питания, подсоединенные к этим контактам. Только после того как ползунок остановится на третьем контакте, реле времени замкнет цепь присоединенного к нему исполнительного механизма.

Таким образом, для подачи необходимой команды нужно только знать, сколько требуется послать импульсов, т. е. сколько раз нажать на ключ передатчика.

Вместо телеграфного ключа на командном пункте можно применить номеронабиратель телефонного типа, что упростит посылку импульсов.

Такова в общих чертах сущность радиотелеуправления.

Радиотелеуправление пользуется большой популярностью среди радиолюбителей. На традиционных городских, областных, республиканских и всесоюзных состязаниях летающих и плавающих моделей, на выставках технического творчества пионеров и школьников, на выставках творчества радиолюбителей-конструкторов ДОСААФ мы каждый год видим модели самолетов и кораблей, управляемые по радио.

Управление механизмами на расстоянии может осуществляться и по проводам, что широко используется на современных стройках, на заводах-автоматах, на автоматических телефонных станциях и во многих других случаях.

В электрическом поле высокой частоты

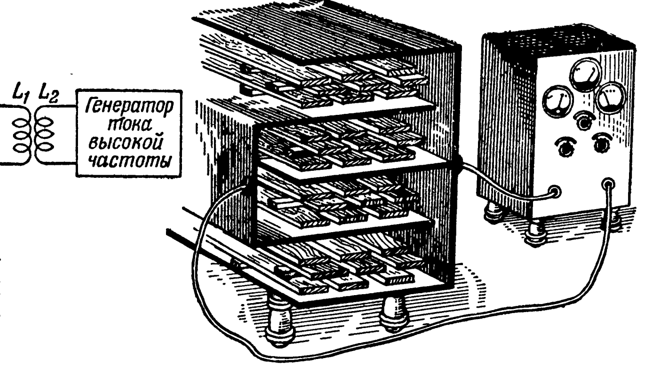
Если какое-либо тело поместить в электрическое поле высокой частоты, то отдельные положительно и отрицательно заряженные молекулы или атомы этого тела под действием переменного электрического поля будут совершать колебательные движения с частотой этого поля. Это вызывает нагрев тела. Степень нагрева зависит от вещества тела и частоты тока, создающего переменное электрическое поле. Это явление нашло широкое практическое применение в производстве, науке и технике. В некоторых отраслях производства нагрев токами высокой частоты произвел технологическую революцию.

Вот несколько практических примеров применения нагрева электрическим полем высокой частоты.

Для изготовления мебели, деталей корпусов кораблей, вагонов, самолетов и т. п. может применяться только сухая древесина. Изделия из сырой древесины неизбежно коробятся, дают трещины. Естественная же сушка древесины требует длительного времени.

Ускорить сушку можно при помощи токов высокой частоты. Если древесину поместить между обкладками конденсатора, питаемого током высокой частоты, то электрическое поле пронижет всю толщину древесины, заставит частицы древесины колебаться с частотой этого поля и вызовет равномерный нагрев всей ее массы.

Установка для сушки древесины (фиг. 367) представляет собой мощный генератор колебаний высокой частоты, с которым индуктивно



Фиг. 367. Установка для сушки древесины

связан колебательный контур. Между пластинами конденсатора этого контура создается сильное электрическое поле высокой частоты, в котором сушат древесину. Такой конденсатор делают из массивных металлических пластин, а между ними помещают доски, бруски, рейки и т. п. В камере, где производится сушка, имеется вентиляция для удаления испаряющейся влаги. Тонкие доски высыхают в конденсаторе за несколько минут. Высушенная таким способом древесина пригодна для любых, самых ответственных изделий.

Наилучшие результаты сушки древесины получаются при токе частотой порядка нескольких сотен килогерц.

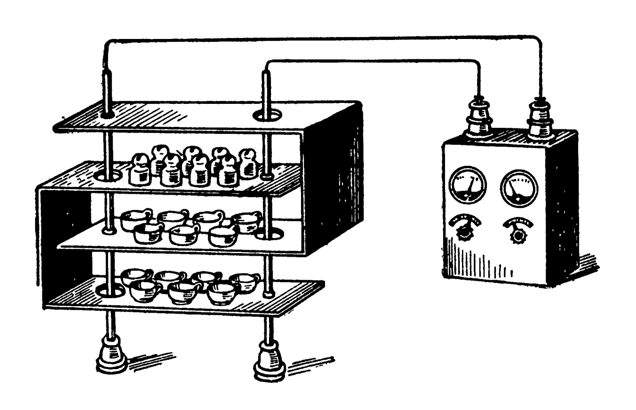
Высокочастотный способ сушки древесины используется на многих деревообрабатывающих производствах.

Глиняные и фарфоровые изделия (посуда, кирпич, изоляторы для линий электропередачи) формуются из влажной массы. Затем идет самая ответственная и трудная часть производства — сушка и обжиг изделия. После остывания изделия обладают большой твердостью и прочностью.

С древнейших времен сушка производилась на воздухе, а затем следовал обжиг в специальных печах. Для равномерной сушки требуется много времени — иногда месяцы и годы.

Ускорить сушку керамических и гончарных изделий также можно при помощи токов высокой частоты.

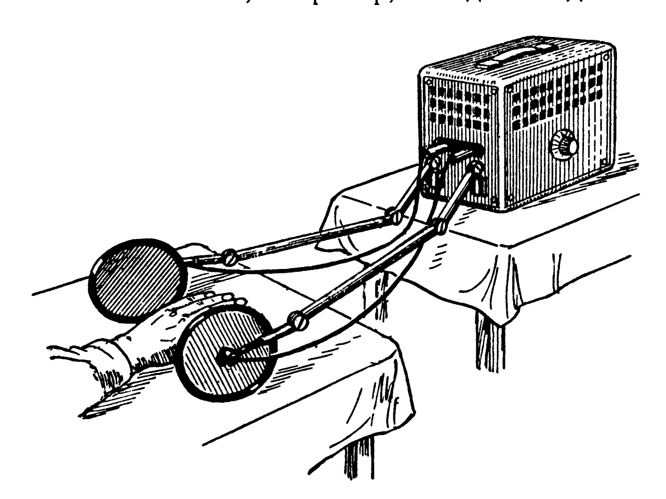
Камера для сушки керамических изделий представляет собой своеобразную металлическую этажерку (фиг. 368), полочки которой являются пластинами конденсатора контура высокой частоты. На полочки кладут изделия, предназначенные для сушки. Электрическое поле высокой частоты, сосредоточенное между полочками, пронизывает изделия и, равномерно прогревая, сушит их. Контроль сушки автоматизирован. Брак почти отсутствует.



Фиг. 368. Установка для сушки керамических изделий.

Электрическим полем высокой частоты превосходно сушат зерно, бумагу, табак, спички, чай, вытапливают жиры, консервируют продукты, пекут хлеб.

Электрическое поле соответствующей частоты благоприятно действует на рост и развитие растений, убивает вредных микробов и насекомых. В книгах, например, иногда заводятся незаметные для глаза жучки, которые точат книги. Раньше единственной мерой борьбы с такими жучками в библиотеках было сжигание книг. Теперь же этих жучков уничтожают электрическим полем высокой частоты.



Фиг. 369. Электрическим полем высокой частоты лечат людей

Токи высокой частоты широко применяются и в лечебных целях. При лечении некоторых болезней требуется глубокий, внутренний прогрев тела. Это особенно необходимо, например, при лечении гангрены, воспалений суставов. Прогрев при помощи обычных грелок в таких случаях не приносит существенной пользы. На помощь приходят токи ультравысокой частоты. Сильное электрическое поле определенной частоты может заставить молекулы тела совершать колебательные движения. А это вызывает нагрев не только внешних, но и внутренних частей тела.

Для того чтобы прогреть больной участок (например, руки) с двух противоположных сторон его помещают металлические пластинки, которые образуют конденсатор (фиг. 369). К конденсатору подключают генератор тока ультравысокой частоты. Больной ощущает только тепло без ожогов. Такой метод лечения нашел широкое распространение. «Кабинет УВЧ» — так называют помещение больницы или поликлиники, где лечат токами ультравысокой частоты.

Высокочастотная закалка и плавка металла

Люди издавна мечтали о таких стальных деталях и режущих инструментах, которые были бы очень твердыми и в то же время нехрупкими. Эта мечта сбылась благодаря развитию радиотехники. Ее осуществили советские ученые, применив токи высокой частоты.

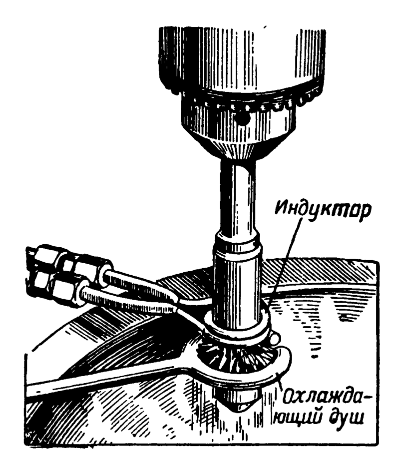
Если стальную деталь поместить в сильное магнитное поле высокой частоты, то ее поверхность благодаря образованию вихревых токов раскалится с такой быстротой, что тепло не успеет проникнуть вглубь металла. Остается только опустить эту деталь в воду или масло, и ее поверхность будет закалена, сделается очень твердой, в то время как основная масса металла останется «вязкой», нехрупкой.

Толщину закаленного слоя легко регулировать, меняя частоту тока: чем выше частота, тем тоньше слой. Ток частоты порядка 1 *мггц* дает толщину закаливаемого слоя около 0,5 *мм*, а 50 *кгц* — 8—15 *мм*.

Для поверхностной закалки металлических деталей применяют специальные индукторы (фиг. 370), питаемые от мощного генератора тока высокой частоты. Внутри индуктора образуется сильное переменное магнитное поле; в него помещается деталь, поверхность которой нужно закалить.

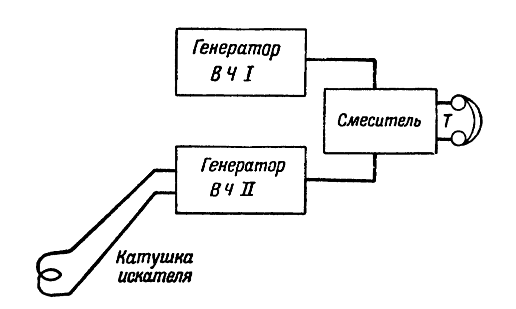
Этот способ обработки металла впервые разработал и практически осуществил чл.-корр. Академии наук СССР, лауреат медали А. С. Попова, проф. В. П. Вологдин.

В настоящее время высокочастотная закалка поверхности металлических изделий применяется очень широко. Ее используют при изготовлении резцов, сверл, осей механизмов и многих других деталей и инструментов, от которых требуется повышенная твердость при сохранении необходимой вязкости массы металла. Такие детали способны выдерживать резкие толчки и удары.



Фиг. 370. Поверхностная закалка стального валика.

Подобным способом можно плавить металлы или руду, если использовать токи частоты в несколько тысяч герц и вести более продолжительный прогрев. При мощности генератора высокой частоты 100 *квт* плавка 100 *кг* металла идет не более 15 мин.



Фиг. 371. Упрощенная схема металлоискателя.

Высокочастотные плавильные печи получили широкое применение в производстве высококачественных сталей, специальных тугоплавких, магнитных и легких сплавов.

В поисках металла

Мы знаем, что если металлический предмет поднести к катушке колебательного контура или ввести в нее металл, то частота контура изменится. Металлом мы настраивали колебательный контур в простейшем радиоприемнике. Но можно и расстроить колебательный контур, если металлическая масса окажется в поле катушки настроенного контура. Это явление может быть использовано для того, чтобы найти металл, скрытый, например, под покровом земли.

Представьте себе устройство, содержащее два одинаковых по мощности генератора, вырабатывающие колебания различной частоты. Если «смешать» эти колебания, подобно тому как это делается в преобразователе супергетеродина, мы получим биения. Соответствующим подбором индуктивности катушек и емкостей конденсаторов контуров генераторов можно получить биения звуковой частоты, слышимые в телефон. Если к контурной катушке одного из генераторов поднести кусочек металла, то частота этого генератора изменится: она увеличится, если это будет железо, или уменьшится, если это будет цинк, медь или другой немагнитный металл. От этого изменится частота биений, и звук в телефоне будет выше или ниже. Если удалить от катушки кусок ме-

талла, то прежняя частота биений восстановится.

На этом принципе работает прибор, при помощи которого можно отыскать металл или руду. Устройство такого прибора схематически показано на фиг. 371. Он содержит два генератора высокой частоты, смеситель и телефон. Генератор *I* экранирован, чтобы защитить его колебательный контур от внешних влияний. Его частота не изменяется. Катушка колебательного контура генератора *II* вынесена за пределы прибора. Подстройкой контура этого генератора добиваются получения в телефоне звука среднего тона. После этого катушкой искателя, водят над поверхностью земли. Как только в поле катушки окажется металл, высота звука в телефоне изменится. Тон звука будет изменяться тем больше, чем ближе к металлу находится катушка или чем больше металлическая масса.

При помощи таких металлоискателей в период Великой Отечественной войны саперы Советской Армии быстро находили и обезвреживали мины.

Советуем прочитать:

Г. И. Бабат, Рассказы о токах высокой частоты, Госэнергоиздат, 1948.

Беседа тридцать восьмая

ДЛЯ ФИЗИЧЕСКОГО КАБИНЕТА ШКОЛЫ И РАДИОКРУЖКА

Эту нашу, последнюю, беседу мы посвящаем советам по изготовлению простых, но очень нужных для физического кабинета школы или радиокружка учебно-наглядных пособий. Эти пособия помогут вам и вашим товарищам лучше усвоить основы радиотехники, изучить схемы и работу простых радиотехнических устройств и их узлов. Они, кроме того, помогут организовать и провести в школе увлекательный вечер, посвященный радиотехнике.

Большинство предлагаемых пособий — это действующие радиотехнические конструкции, смонтированные на прямоугольных панелях, укрепленных на подставках. Детали на панелях располагаются и соединяются в том порядке, который принят для начертания принципиальных схем.

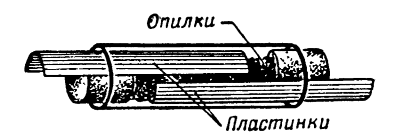
Панели, на которых будут монтироваться пособия, желательно изготовить из органического стекла толщиной 5—8 *мм*. Этот материал является хорошим изолятором, легко обрабатывается, сверлится. Но панели можно выпилить и из любого другого изоляционного материала, например из листового эбонита, текстолита, хорошей березовой фанеры; важно, чтобы панели были прочными и имели опрятный вид.

Модель первого радиоприемника А. С. Попова

Одной из главных частей первого приемника А. С. Попова является усовершенствованный им приборчик, называемый когерером. Устройство когерера показано на фиг. 372. Это — небольшая стеклянная трубка, наполненная металлическими опилками. Опилки соединяются с двумя пластинками из тонкого листового металла, которые удерживаются пробками, закрывающими концы трубки.

Сопротивление когерера электрическому току зависит от состояния находящихся в нем опилок. Оно сравнительно велико, пока через когерер не идет ток высокой частоты. Под действием тока высокой частоты (сравнительно большой величины) между опилками будут проскакивать незаметные для глаза искры, которые вызовут небольшое спекание опилок. От этого сопротивление когерера резко уменьшится. Достаточно встряхнуть опилки слабым ударом по трубке, и сопротивление ее вновь увеличится.

С общим видом первого приемника А. С. Попова мы познакомили вас в первой беседе. А теперь на фиг. 373 мы приводим его схему. Когерер укреплен горизонтально на легких металлических пружинах между зажимами *А* и *З*, предназначенными для подключения антенны и заземления. Над когерером расположен электрический звонок с таким расчетом, чтобы при своем действии он мог молоточком слегка ударять по трубке. Трубка защищена резиновым кольцом.



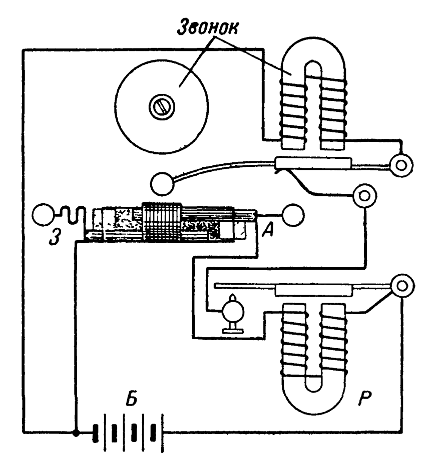
Фиг. 372. Когерер.

Рядом с когерером располагаются реле *Р* и батарея *Б*.

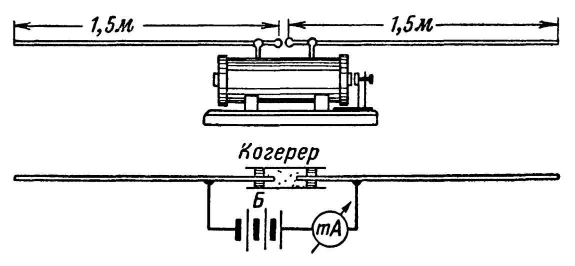
Действует приемник следующим образом. Батарея создает ток в цепи, состоящей из когерера и обмотки реле. Пока сопротивление когерера велико, через него и обмотку реле проходит небольшой ток, и контакты реле разомкнуты. Но как только антенна уловит достаточно сильные электромагнитные волны, через когерер пройдет ток высокой частоты и его сопротивление резко уменьшится. От этого ток в обмотке реле быстро возрастет, якорь реле притянется, и его контакт замкнет цепь звонка. В этот момент молоточек звонка ударит по колокольчику, а потом по когереру. От удара опилки встряхнутся, сопротивление когерера увеличится и ток через него уменьшится. При этом реле разомкнет цепь звонка. На короткий импульс тока высокой частоты, созданный, например, разрядом молнии, приемник отвечает коротким звонком. При непрерывно действующем токе высокой частоты приемник все время звонит.

Для изготовления модели приемника можно использовать учебный звонок постоянного тока, батарейку от карманного фонаря и реле телефонного типа. Когерер легко сделать по фиг. 372. В стеклянную трубку длиной 50—60 *мм* и диаметром 6—8 *мм* с обоих концов вставьте медные или латунные тонкие полоски, которые будут удерживаться пробками. В трубку насыпьте железные опилки (их можно напилить крупным напильником). Когерер подвешивается на спиральных пружинах или узких полосках резины.

Желательно, чтобы модель была похожа на приемник А. С. Попова. Поэтому при монтаже ее руководствуйтесь фотографией приемника, помещенной на стр. 6.



Фиг. 373. Схема модели первого радиоприемника А. С. Попова.



Фиг. 374. Схема упрощенной установки для демонстрации работы грозоотметчика.

Для демонстрации работы модели приемника электромагнитные волны можно создать при помощи индуктивной катушки или электростатической машины, имеющихся в физических кабинетах школ. К их разрядникам нужно присоединить проводники, которые будут излучать радиоволны. Всякий раз, когда между разрядниками индукционной катушки или электростатической машины будут проскакивать искры, звонок модели будет звонить.

Упрощенная модель грозоотметчика А. С. Попова

На фиг. 374 показана схема упрощенной модели грозоотметчика А. С. Попова. Для создания искусственного разряда молнии здесь используется индукционная катушка. Ее разрядники снабжены проводниками длиной 1—1,5 *м*. Такие же проводники присоединяются к когереру, паралельно которому подключена цепь, состоящая из батарейки от карманного фонаря и миллиамперметра. Как только индукционная катушка даст разряд, прибор покажет увеличение тока. Легким ударом пальца по когереру опилки в нем встряхиваются, и ток через прибор снова уменьшается до нового разряда индукционной катушки.

Вместо миллиамперметра в цепь когерера можно включить лампочку от карманного фонаря, которая будет загораться при разрядах, или электрический звонок. Дальность действия такой установки не превысит нескольких метров.

Большое впечатление останется у ваших товарищей, если при демонстрации действия грозоотметчика источник «грозовых разрядов» будет находиться в соседней комнате или отгорожен фанерным щитом.

Следует предупредить, что индукционная катушка или электростатическая машина, снабженная излучающими проводниками, создает для радиоприемников помехи в виде тресков. Поэтому пользование ими для демонстрации работы грозоотметчика можно только короткое время.

Учебный генератор токов высокой частоты и опыты с ним

Чтобы продемонстрировать принцип передачи и приема радиосигналов, зависимость настройки колебательного контура от его емкости и индуктивности, явление резонанса, а также проделать некоторые другие интересные опыты, нужен генератор токов высокой частоты, колебательные контуры и некоторые другие простые устройства.

Генератор токов высокой частоты. Принципиальная схема генератора показана на фиг. 375. В нем используется триод типа УО-186. Питается он от сети переменного тока через трансформатор *Тр*.

Катушка L и конденсатор C_1 образуют колебательный контур генератора. Конденсатор C_2 и сопротивление R обеспечивают необходимые условия работы лампы в генераторном режиме. Конденсатор C_3 — разделительный; он пропускает колебания высокой частоты из анодной цепи лампы в контур LC_1, задерживая постоянную составляющую анодной цепи лампы. Дроссель высокой частоты *Др* препятствует проникновению колебаний высокой частоты в трансформатор *Тр*.

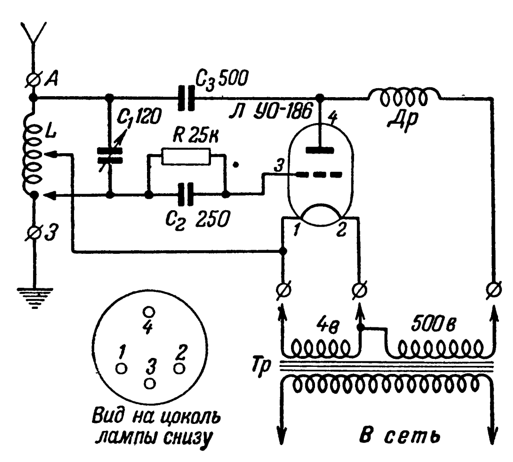
Устройство генератора показано на фиг. 376. Катушка L содержит 10—12 витков медной проволоки диаметром 2—5 *мм*. Ее надо намотать виток к витку на цилиндрической болванке диаметром 50—80 *мм*. Когда будете ее крепить на панели, растяните немного, чтобы между витками получились промежутки по 8—10 *мм*.

Конденсатор C_1 должен быть с воздушным диэлектриком и наибольшей емкостью 100—120 *пф*. Между его подвижными и неподвижными пластинками должны быть зазоры не менее чем по 2,5—3 *мм*, иначе при работе генератора между ними будет искрение. Такой конденсатор можно сделать из конденсатора старой конструкции, удалив из него часть пластин. Он может быть и самодельный из 4—5 подвижных и 5—6 неподвижных пластин. Конденсатор C_2 — слюдяной емкостью 220—250 *пф*. Сопротивление R — на мощность рассеяния не менее 1 *вт*. Его величина может быть в пределах 20—25 *ком*. Конденсатор C_3 должен быть обязательно слюдяным или керамическим емкостью 300—500 *пф* на рабочее напряжение не менее 700—800 *в*.

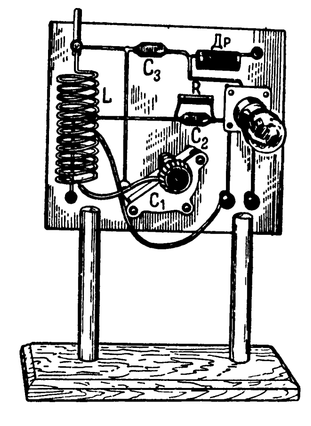
Дроссель высокой частоты *Др* намотайте на картонном каркасе длиной 40—50 *мм* и диаметром 15—20 *мм*, уложив на нем 50—80 витков провода ПЭ, ПЭЛ или ПШО 0,2—0,3 *мм*. Для уменьшения межвитковой емкости витки дросселя укладывайте с постепенно увеличивающимися промежутками.

Детали генератора крепятся на панели и соединяются медной проволокой толщиной 2—3 *мм*. Любой из проводников цепи накала лампы гибким изолированным проводником при помощи небольшого зажимчика соединяется с одним из промежуточных витков катушки. Правильное место подключения этого проводника устанавливается во время налаживания генератора.

Верхний конец контурной катушки соединяется с короткой металлической трубкой, в которую будет вставляться металлический штырек, выполняющий роль антенны. К зажиму, соединенному с нижним концом катушки, будет подключаться изолированный проводник, заменяющий заземление. Длина штырька антенны и проводника заземления 80—100 *см*. На ось конденсатора переменной емкости обязательно насадите эбонитовую или пластмассовую ручку.



Фиг. 375. Схема учебного генератора токов высокой частоты.



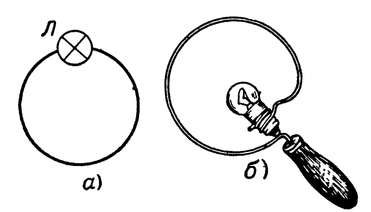
Фиг. 376. Устройство генератора токов высокой частоты.

Для питания генератора может быть использован любой силовой трансформатор от приемника. Один конец высоковольтной обмотки надо соединить с выводом обмотки, питающей нить накала, а другой конец — с анодом лампы через дроссель (включаются обе половины высоковольтной обмотки, чтобы получить 500 *в*). Если низковольтная обмотка дает напряжение 5—6,3 *в*, цепь накала лампы УО-186 можно питать через реостат или проволочное сопротивление. Трансформатор желательно укрепить на отдельной панели,

специальной подставке или в ящичке и подключать к генератору через зажимы.

Монтаж генератора должен быть прочным, красивым, доступным для обозрения. В нем не должно быть неряшливых и непрочных соединений.

Для демонстрации работы генератора, а также для налаживания его надо сделать простой пробник (фиг. 377). Он представляет собой виток медной проволоки, замкнутый на лампочку от карманного фонаря. Виток нужно снабдить деревянной ручкой. Если поднести пробник к работающему генератору, в его витке будет индуктироваться ток высокой частоты, и лампочка загорится.



Фиг. 377. Пробник.
а — схема; *б* — устройство.

Для пробника желательно использовать лампочку по возможности с меньшим током накала. Чем он меньше, тем на большем расстоянии от катушки генератора будет гореть лампочка.

Налаживание генератора. После проверки правильности монтажа подключите к генератору трансформатор и включите его в сеть. Вначале проводник, соединенный с нитью накала лампы, должен быть подключен к 4—5-му витку катушки (считая от нижнего конца), а подвижные пластины конденсатора переменной емкости находиться в среднем положении.

Антенный штырек и проводник заземления пока не подключайте.

Когда нить лампы накалится, поднесите к катушке генератора пробник, расположив его параллельно виткам катушки. Лампочка пробника должна накалиться. Она будет гореть тем ярче, чем ближе пробник находится к катушке. Удалите теперь пробник на такое расстояние от катушки, при котором лампочка пробника будет гореть неполным накалом. После этого переключением зажимчика катодного проводника на другие витки катушки генератора добейтесь наиболее яркого горения лампочки. Лампочка может перегореть, если пробник слишком близко поднести к катушке генератора.

Лампочка пробника горит потому, что вокруг катушки колебательного контура генератора создается магнитное поле высокой частоты, а это поле возбуждает в витке пробника ток высокой частоты. Пробник — это простейший приемник энергии электромагнитных колебаний высокой частоты.

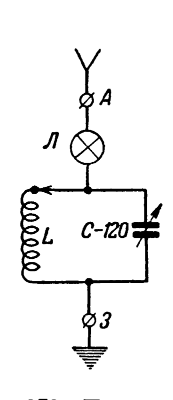
Учебный генератор, об устройстве которого мы здесь рассказали, работает достаточно устойчиво. Диапазон генерируемых им частот находится примерно в пределах 7,5—15 *мггц*, что соответствует волнам длиной 40—20 *м*. Вместо лампы УО-186 в генераторе можно использовать лампу 6П3С или 6П6С (триодное включение — экранирующая сетка соединяется с анодом). На нить накала этих ламп подается напряжение 6,3 *в*.

При испытании генератора и во время опытов с ним нужно помнить, что на анод его лампы подается высокое напряжение. Поэтому дотрагиваться до проводников схемы нельзя, так как можно получить опасный удар током.

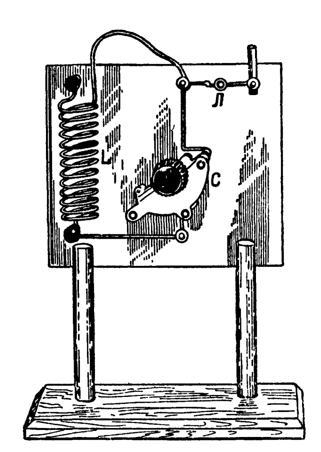
Приемный колебательный контур. Принципиальная схема приемного колебательного контура показана на фиг. 378, а его устройство — на фиг. 379. Катушка и конденсатор переменной емкости этого контура, а также штырек антенны и проводник заземления точно такие же, как и в генераторе. Между антенным зажимом и колебательным контуром включена лампочка накаливания от карманного фонаря. При точной настройке контура на частоту генератора эта лампочка будет гореть, если генератор и приемный контур расположены достаточно близко друг к другу.

Опишем некоторые опыты, которые можно проделать с генератором и приемным контуром.

Опыт первый. Поднесите к катушке генератора неоновую лампочку—она будет све-



Фиг. 378. Принципиальная схема приемного колебательного контура.



Фиг. 379. Устройство приемного контура.

титься. Почему? Потому что электрическое поле высокой частоты, пронизывая лампочку, заставляет светиться частицы газа, наполняющего ее баллон. «Прощупайте» цоколем неоновой лампочкой все проводники цепей генератора, и вы убедитесь, что колебания высокой частоты будут всюду, кроме тех проводников, куда их не пропускает дроссель.

Опыт второй. Привяжите на ниточке лезвие от безопасной бритвы и, взявшись за второй конец нитки, опустите лезвие внутрь катушки генератора. Через некоторое время лезвие нагреется (это нужно опробовать при различных положениях подвижных пластин конденсатора переменной емкости и заметить то, при котором получается наилучший результат). Если лезвие обернуть небольшим кусочком кинопленки, то через некоторое время она воспламенится. Это будет свидетельствовать о сильном нагреве лезвия.

Почему нагревается стальное лезвие? Потому что магнитное поле высокой частоты, существующее в катушке, возбуждает в металле лезвия вихревые токи, которые и нагревают его. На этом принципе, как вы уже знаете, основаны высокочастотная закалка и плавка металла.

Опыт третий. Теперь подключите к генератору высокой частоты штырек — антенну и кусок проводника — заземление, превратив таким образом генератор в небольшой передатчик. Установите подвижные пластины конденсатора в среднее положение. Вблизи генератора установите приемный колебательный контур, также снабженный антенной и заземлением (фиг. 380). При некоторой настройке приемного контура включенная в цепь его антенны лампочка будет ярко гореть. Измените частоту генератора, и лампочка приемного контура погаснет. Чтобы она вновь загорелась, необходимо приемный контур настроить в резонанс с частотой генератора.

Расстояние между генератором и приемным контуром, при котором горит лампочка, зависит от напряжения, питающего генератор, и величины тока, на который рассчитана лампочка накаливания. При использовании лампочки от карманного фонаря, рассчитанной на ток 0,28 *а*, она может гореть на расстоянии 1—1,5 *м*, а при лампочке, рассчитанной на 0,15 *а*, это расстояние может достигать 2—3 *м*. Если же проводники заземления соединить, то расстояние, на котором будет действовать приемный контур, увеличится до 25—30 *м*.

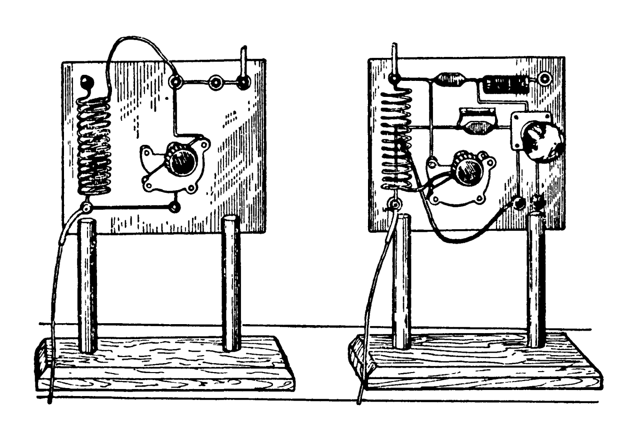
Опыт четвертый. Расположите приемный контур на расстоянии 0,5—1 *м* от генератора и настройте его. А теперь поместите между ними лист бумаги, кусок фанеры или деревянный щит. Лампочка приемного контура будет попрежнему светиться. Если даже генератор установить с одной стороны стены, а приемный контур — с другой, лампочка приемного контура все равно будет гореть. Это значит, что радиоволны свободно проникают через эти преграды.

Связь между генератором и приемником ухудшится или совсем пропадет, если между ними поместить металлический лист. В этом случае часть энергии радиоволн будет поглощаться металлом, а часть отражаться им, и до антенны приемника она почти не дойдет.

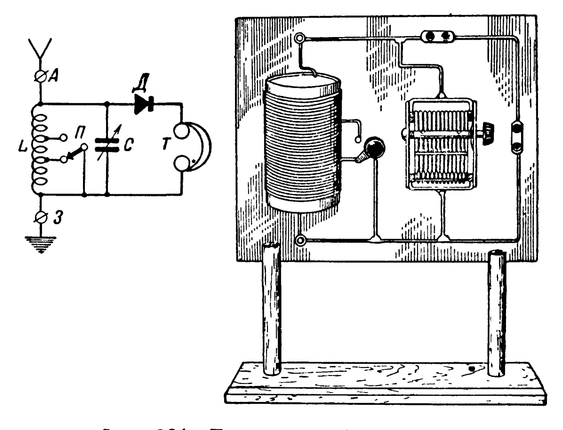
Посоветуйтесь с преподавателем физики; он подскажет вам еще некоторые, не менее любопытные опыты.

Развернутая схема радиоприемника

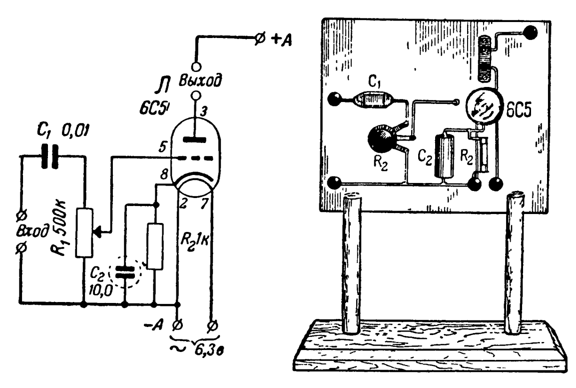
Большую ценность для физического кабинета и радиокружка представляют развернутые схемы действующих радиоприемников или



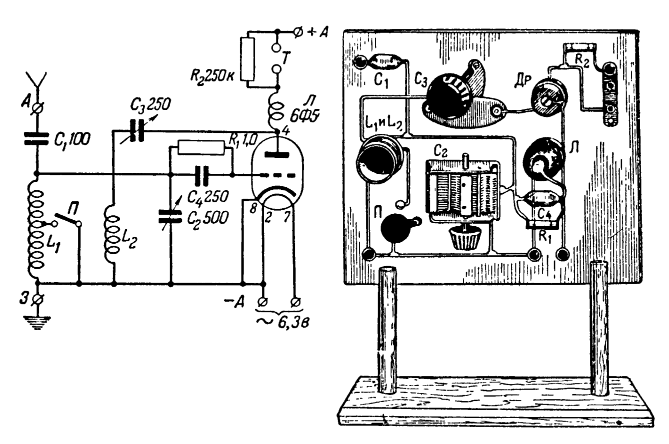
Фиг. 380. Демонстрация принципа радиопередачи и радиоприема.



Фиг. 381. Детекторный приемник.



Фиг. 382. Принципиальная схема и устройство однолампового усилителя низкой частоты.



Фиг. 383. Принципиальная схема и устройство однолампового приемника с обратной связью.

отдельных каскадов, из которых можно составить приемник.

Наиболее желательными для изготовления являются схемы детекторного радиоприемника, однолампового радиоприемника с обратной связью, однолампового усилителя низкой частоты и выпрямителя. Они, так же как и описанные выше пособия, монтируются на плоских панельках и устанавливаются на подставках.

Детекторный приемник рекомендуем сделать с цилиндрической катушкой и конденсатором переменной емкости, например как показано на фиг. 381. Достаточно вставить в соответствующие гнезда детектор и телефон, подключить антенну и заземление, и работу приемника можно демонстрировать.

Можно смонтировать на одном большом щите несколько действующих схем детекторных приемников, например приемники с настройкой вариометром, конденсатором переменной емкости, переключателями, с фиксированной настройкой, с настройкой металлом.

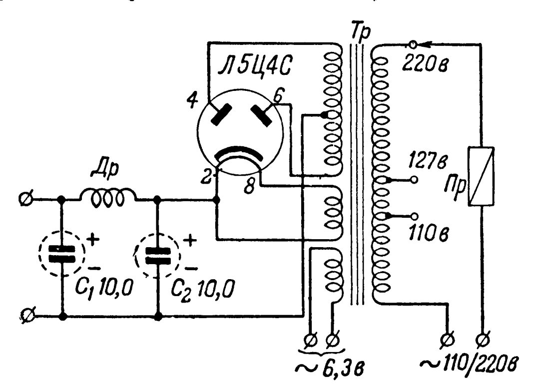
Однопамповый усилитель низкой частоты лучше всего собрать на лампе 6С5 (фиг. 382). В анодную цепь лампы можно включать электромагнитный телефон, громкоговоритель типа «Рекорд» или какой-либо маломощный трансляционный электродинамический громкоговоритель.

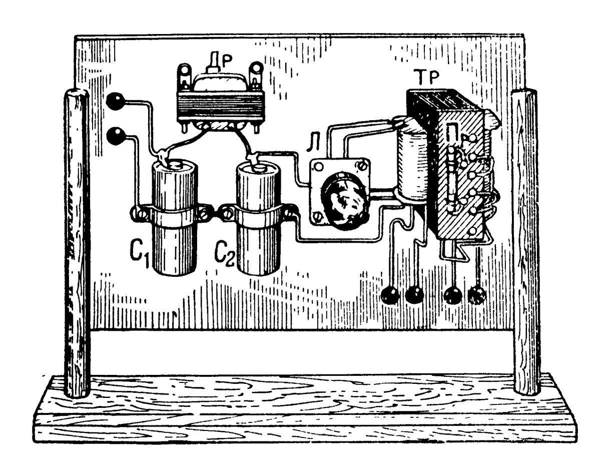
Можно, конечно, смонтировать таким способом и более сложный, например двухламповый, усилитель с электродинамическим громкоговорителем.

Одноламповый приемник с обратной связью может быть смонтирован по примеру, показанному на фиг. 383. В этом приемнике использована трехэлектродная лампа типа 6Ф5.

Параллельно выходным (телефонным) гнездам включено сопротивление R_2 (250 *ком*), которое явится нагрузочным сопротивлением анодной цепи лампы, когда к приемнику будет подключаться усилитель. В эти гнезда можно включать как пьезоэлектрические, так и электромагнитные телефонные трубки. Дроссель высокой частоты можно заменить сопротивлением 10—15 *ком*.

Выпрямитель для питания учебных развернутых схем может быть собран по одно-





Фиг. 384. Выпрямитель.

или двухполупериодной схеме с использованием кенотрона или селенового столбика. Лучше собрать двухполупериодный выпрямитель. Устройство двухполупериодного выпрямителя показано на фиг. 383. При желании на панели можно смонтировать измерительные приборы, показывающие напряжение и величины токов анодной и накальной цепей приемника.

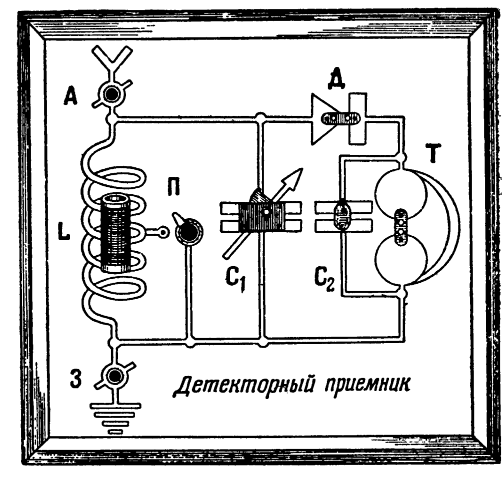
Предлагаемые пособия позволяют демонстрировать схемы, устройство и работу детекторного приемника без усилителя и с усилителем и одноламлового приемника с обратной связью.

Если одноламповый приемник с обратной связью соединить с усилителем низкой частоты, получится двухламповый приемник прямого усиления по схеме 0-V-1. Усилитель можно демонстрировать отдельно, если на его вход включить звукосниматель или пьезоэлектрическую трубку вместо микрофона.

Разумеется, что все эти учебно-наглядные пособия можно питать от батарей, заменив сетевые лампы соответствующими батарейными.

Некоторые школьные радиокружки создают учебно-наглядные пособия по радиотехнике в несколько ином оформлении. Они вычерчивают на фанерных щитах масляной краской различные принципиальные схемы. Затем на щитке поверх рисунков условных обозначений деталей укрепляют эти детали, а с задней стороны щита делают все соединения. В качестве примера мы приводим на фиг. 385 общий вид детекторного приемника, выполненного таким способом.

Те немногие демонстрационные приборы, о которых мы здесь рассказали, а также многие пособия, которые посоветует изготовить учитель физики, помогут провести содержательный, интересный сбор или вечер в школе, посвященный, например, Дню радио, организовать увлекательные занятия кружка юных радиолюбителей. Изготовленные вами учебно-наглядные пособия — ваш скромный, но ценный подарок родной школе.



Фиг. 385. Учебно-наглядное пособие с нарисованной схемой.

Описание учебно-наглядных пособий по электро- и радиотехнике вы можете найти в таких брошюрах и книгах:

В. К. Лабутин, Наглядные пособия по радиотехнике (Массовая радиобиблиотека), Госэнергоиздат, 1949.

Б. Сметанин, Юный радиоконструктор, «Молодая гвардия», 1953.

В. Казанский, Радиоконструктор, изд. ДОСААФ, 1954.

Учебно-наглядные пособия (экспонаты девятой радиовыставки), Госэнергоиздат (Массовая радиобиблиотека), 1952.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В наших беседах мы старались дать основные сведения в области радиотехники.

Вы познакомились с основами электро- и радиотехники, научились читать радиосхемы, собирать, испытывать и налаживать сравнительно несложные радиотехнические конструкции.

Теперь перед вами открываются обширные перспективы дальнейшего совершенствования своих знаний в области радиотехники, широкий путь активной общественной и конструкторской работы, возможность изучать новые области применения радио.

Мы хотели бы, чтобы вы, наши юные друзья, свою дальнейшую радиолюбительскую работу связали со своей школой. Организуйте радиокружки из таких же юных энтузиастов, как вы, помогите своим товарищам стать радиолюбителями. Отличной базой для работы радиокружка может быть физический кабинет школы.

Направьте вашу деятельность прежде всего на помощь радиофикации школы, своего колхоза, села, поселка, детского дома, пионерского лагеря, на оснащение школьных физических кабинетов.

В сотнях школ радиолюбители своими руками создают прекрасные наглядные пособия для физических кабинетов, изготовляют измерительные приборы, различные макеты и демонстрационные щиты. Это надо делать и вам.

Изучайте телеграфную азбуку, овладевайте техникой коротких волн, и вы станете коротковолновиками. Сначала вы научитесь принимать на свои приемники работу любительских коротковолновых радиостанций. Затем вы сможете стать операторами на коллективных станциях местных радиоклубов ДОСААФ, а потом построите школьную и собственные коротковолновые радиостанции.

А сколько увлекательного и полезного открывают занятия радиотелемеханикой, звукозаписью, телевидением!

Квалифицированные радиолюбители Москвы, Ленинграда, Киева, Харькова — городов, где уже построены телевизионные центры, — строят телевизоры и экспериментируют с различными схемами для приема изображений по радио. Некоторые из вас могут включиться и в эту работу.

А техника ультракоротких волн! Какие замечательные возможности открываются перед радиолюбителями, которые занимаются ею. Ультракоротковолновые радиостанции незаменимы в походах и экскурсиях; при помощи них можно установить радиотелефонную связь с радиостанциями ближайших школ, станций юных техников, домов и дворцов пионеров.

Коммунистическая партия и Советское правительство поставили задачу повышения темпов радиофикации, чтобы в течение ближайших лет в основном завершить радиофикацию страны, шире использовать радиотехнические методы на производстве, во всех областях науки и техники.

Для решения этой крупнейшей государственной задачи, для дальнейшего прогресса отечественной радиотехники нужны многочисленные кадры радиоспециалистов и радиолюбителей, массовый опыт, широкие эксперименты.

Огромную помощь во всем этом окажет советское радиолюбительство, которое справедливо называют народной радиолабораторией. Занять свое место в этой народной радиолаборатории надо и вам.

Вам, наши юные друзья, желаем расти, совершенствоваться, повышать свои знания, конструировать, изобретать, выдвигать смелые проекты и со всей страстью энтузиастов осуществлять их.

Пожелаем же вам на этом пути всяческих успехов, памятуя мудрые сталинские слова: «...новые пути науки и техники прокладывают иногда не общеизвестные в науке люди, а совершенно неизвестные в научном мире люди, простые люди, практики, новаторы дела».

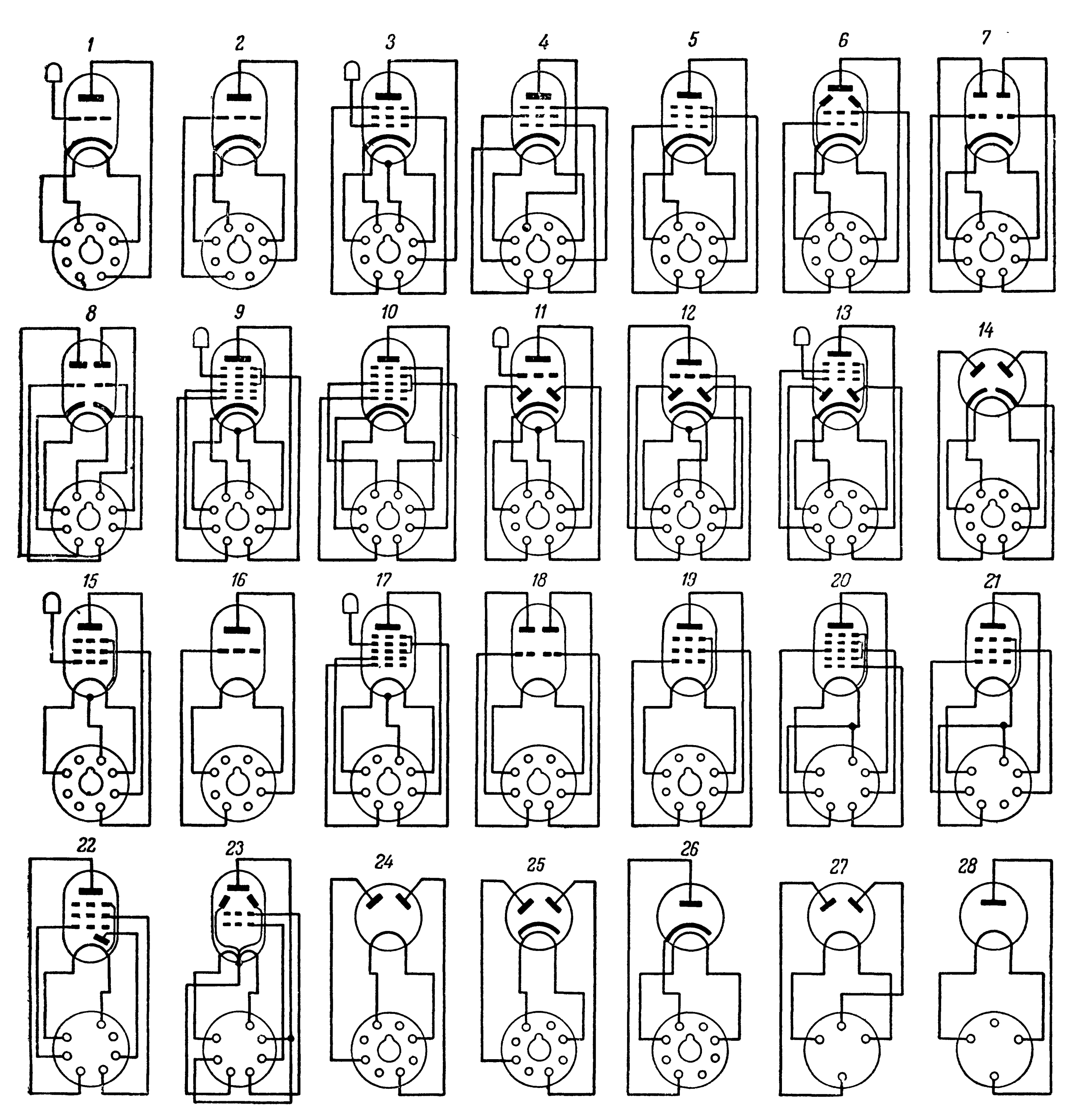
ПРИЕМНО-УСИЛИТЕЛЬНЫЕ И ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫЕ ЛАМПЫ

А. Приемно-усилительные сетевые радиолампы

Условное обозначение	Тип лампы	Цоколевка №	Напряжение накала	Ток накала	Напряжение на аноде	Напряжение на экранирующей сетке	Напряжение смещения	Анодный ток	Ток экранирующей сетки	Крутизна характеристики	Внутреннее сопротивление	Сопротивление нагрузки	Выходная мощность
			в	*а*	*в*	*в*	*в*	*ма*	*ма*	*ма/в*	*ком*	*ком*	*вт*
6Ф5	Триод	1	6,3	0,3	250	—	—2	1	—	1,6	63	—	—
6С5	Триод	2	6,3	0,3	250	—	—8	8	—	2,2	9	—	—
6Ж7	Пентод в. ч.	3	6,3	0,3	250	100	—3	2,1	0,6	1,2	1 200	—	—
6К7	Пентод в. ч.	3	6,3	0,3	250	100	—3	7	1,7	1,45	800	—	—
6К9С	Пентод в. ч.	3	6,3	0,3	250	100	—3	9,3	2,6	2,0	800	—	—
6Ж8	Пентод в. ч.	4	6,3	0,3	250	100	—3	3	0,8	1,65	1 500	—	—
6К3	Пентод в. ч.	4	6,3	0,3	250	100	—3	9,2	2,5	2,0	800	—	—
6Ф6С	Оконечный пентод . . .	5	6,3	0,7	250	250	—16,5	34	7,0	2,5	80	7	3,2
6П3С	Лучевой тетрод	6	6,3	0,9	250	250	—14	72	8	6,1	21	2,5	6,5
6П6С	Лучевой тетрод	6	6,3	0,45	250	250	—12,5	45	7,5	4,1	52	5	3,6
30П1С	Лучевой тетрод	6	30	0,3	110	110	—7,5	45	4	8,5	9	1,8	1,6
6Н7С	Двойной триод	7	6,3	0,8	300	—	—6	35	—	—	—	8	10
6Н8С	Двойной триод	8	6,3	0,6	250	—	—8	9	—	2,6	7,7	—	—
6Н9С	Двойной триод	8	6,3	0,3	250	—	—2	2,3	—	1,6	44	—	—
6А8	Гептод-преобразователь	9	6,3	0,3	250	110	—3	3,5	2,7	0,51	360	—	—
6А10С	Гептод-преобразователь	10	6,3	0,3	250	100	0	3,5	8,5	0,45	1 000	—	—
6А7	Гептод-преобразователь	10	6,3	0,3	250	100	0	3,5	8,2	0,45	500	—	—
6Г7	Двойной диод-триод . .	11	6,3	0,3	250	—	—3	1,1	—	1,2	58	—	—
6Г2	Двойной диод-триод . .	12	6,3	0,3	250	—	—2	0,9	—	1,1	91	—	—
6Б8С	Двойной диод-пентод . .	13	6,3	0,3	250	125	—3	9	2,3	1,12	600	—	—
6Х6С	Двойной диод	14	6,3	0,3	125	—	—	4	—	—	—	—	—
	Б. Приемно-усилительные батарейные радиолампы												
2Ж2М	Пентод в. ч.	15	2	0,06	120	70	—1	1	0,3	0,8	1 500	—	—
2К2М	Пентод в. ч.	15	2	0,06	120	70	—1	2	0,6	0,95	1 000	—	—
УБ-240	Триод	16	2	0,12	120	—	—1	1,5	—	1,55	14	—	—
СО-242	Гептод-преобразователь	17	2	0,16	120	70	0	2,2	2,3	0,45	150	—	—
СО-243	Выходной двойной триод	18	2	0,24	120	—	0	6,3	—	—	—	10	0,8
1Н3С	Выходной двойной триод	18	1,2	0,12	120	—	—5,5	2,3	—	0,8	—	7	0,4
СО-244	Оконечный пентод . . .	19	2	0,185	120	120	—2,5	4	0,75	1,8	150	30	0,13
СО-258	Оконечный пентод . . .	19	1,8	0,32	160	120	—6	10	1,7	2,0	80	20	0,45
1А1П	Гептод-преобразователь	20	1,2	0,06	90	45	0	0,8	1,9	0,25	800	—	—
1К1П	Пентод в. ч.	21	1,2	0,06	90	45	0	1,8	0,65	0,75	750	—	—
1Б1П	Диод-пентод	22	1,2	0,06	90	60	0	1,6	0,4	0,63	600	—	—
2П1П	Лучевой тетрод	23	1,2	0,12	90	90	—4,5	9,5	2,1	2,15	100	10	0,27

В. Выпрямительные лампы (кенотроны)

Условное обозначение	Тип лампы	Цоколевка №	Напряжение накала	Ток накала	Наибольшее допустимое напряжение на каждый анод	Наибольший выпрямленный ток
			в	*а*	*в*	*ма*
5Ц3С	Кенотрон двуханодный	24	5	3	400	225
5Ц4С	Кенотрон двуханодный	25	5	2	400	125
30Ц1М	Кенотрон одноанодный	26	30	0,3	250	90
30Ц6С	Кенотрон двуханодный	14	30	0,3	250	90
ВО-188	Кенотрон двуханодный	27	4	2	500	150
ВО-230	Кенотрон одноанодный	28	4	0,7	300	50



Г. Цоколевка радиоламп

ЗАПОМНИТЕ!

Нумерация штырьков ламп с октальным цоколем от 1-го до 8-го штырька идет от бородки направляющего ключа в направлении движения часовой стрелки. При этом на цоколь лампы или ламповую панельку надо смотреть снизу.

Верхний вывод на баллоне лампы является, как правило, выводом управляющей сетки лампы.

Металлические баллоны ламп, а также металлизированная поверхность стеклянных ламп баллонов являются экраном. Их обычно соединяют с заземленным проводником приемника.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ВЫХОДНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ

Тип приемника, в котором установлен трансформатор	Тип выходной лампы	Сопротивление звуковой катушки электродинамического громкоговорителя, *ом*	Сечение сердечника, *см²*	Первичная обмотка		Вторичная обмотка	
				Число витков	Диаметр провода, *мм*	Число витков	Диаметр провода, *мм*
„Родина"	2Ж2М×2	3,0	2,4	2 000×2	0,1	33	0,8
ВЭФ М-557	6Ф6С	2,1	—	3 200	0,13	66	0,7
„Салют"	6Ф6С	3,0	5,0	4 000	0,13	86	0,6
„Электросигнал-2"	6П3С	3,0	4,5	840+1 360	0,13	56	0,9
„Урал-47"	6Ф6С	3,0	4,0	2 700	0,15	63	0,69
„Рекорд-53"	6П6С	1,3	2,72	2 600+200	0,12	90	0,44
„Москвич"	6П6С	3,25	2,56	2 850+150	0,1	60	0,64
АРЗ-51, АРЗ-52	6П6С	—	2,56	2 500	0,1	61	0,51
„Родина-52"	2П1П 2	—	2,16	1 750×2	0,1	50×1 200	0,64+0,1
VV-663	6П6С×2	—	3,9	1 625×2	0,2	80×160	0,8×0,2
„Рига-6"	6П6С	—	3,8	2 800	0,15	70	0,64
„Балтика"	6П3С	—	2,4	2 150	0,15	45	0,8
„Киев Б-2"	2П1П	2,6	2,6	1 300+1 500	0,12	35	0,6
„Беларусь-53"	6П3С×2	9,5	8,6	1 700×2	0,12	105+550	0,72+0,12

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

СИЛОВЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ

Тип трансформатора или приемника, в котором он установлен	Мощность, *вт*	Сечение сердечника, *см²*	Сетевая обмотка		Повышающая обмотка		Обмотка накала кенотрона		Обмотка накала ламп	
			Число витков	Диаметр провода, *мм*	Число витков	Диаметр провода, *мм*	Число витков	Диаметр провода, *мм*	Число витков	Диаметр провода, *мм*
ВЭФ М-557	60	—	441+69+376	0,3+0,4	1 250×2	0,14	23	1,0	29	1,0
„Урал-47"	70	13,7	(400+60)×2	0,31	1 320×2	0,15	20	0,8	26	0,8
„Салют"	75	13	(350+55)×2	0,33	1 200×2	0,2	17	0,9	21	1,0
„Электросигнал-2"	75	11,2	(400+60)×2	0,33	865×2	0,18	20	0,93	26	1,0
АРЗ-51 и АРЗ-52	—	7,2	633+355+165	0,8+0,2+0,18	1 130	0,15	37	0,51	38 *	0,8
VV-663	—	11,9	483+53+390	0,44+0,35	1 400×2	0,2	24	0,8	30	1,0
„Рига-6"	—	10,9	(450+69)×2	0,31	1 100×2	0,16	22	1,0	28	1,0
„Беларусь-53"	—	17	(310+54)×2	0,69	880×2	0,35	1,25	16	20	1,74
„Москвич-3"	—	8	667—490	0,35+0,25	1 250	0,15	38	0,45	38	0,83

* Входит в сетевую обмотку.

ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЕ ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ

Тип громкоговорителя или приемника, в котором он установлен	Мощность	Звуковая катушка			Катушка подмагничивания		
		Сопротивление	Число витков	Диаметр провода	Сопротивление	Число витков	Диаметр провода
	вт	*ом*		*мм*	*ом*		*мм*
„Салют"	3	3	60	0,16	1 450	20 000	0,18
ВЭФ М-557	3	2,2	32	0,22	900	11 000	0,18
„Балтика"	3	2,4	50	0,2	520	4 500	0,15
„Электросигнал-3"	3	3	52	0,18	С постоянным магнитом		
1ГДМ-1,5 („Рекорд-47")	1,5	3,25	60	0,16	„	„	„
1ГД-1 (АРЗ-49, „Москвич-В")	1	2,8	62	0,18	„	„	„
1ГДП-3 („Восток-47", „Урал-47")	3	3	65	0,2	1 200	14 400	0,2
2ГДМ-3 („Родина-47", „Урал-49")	3	3,8	66	0,18	С постоянным магнитом		
3ГД-3 („Восток-49", радиола „Урал-49")	3	3,4	62	0,18	„	„	„
0,5ГД-2 (последних выпусков „Рекорд" и Москвич")	1	5,5	63	0,12	„	„	„
0,5ГД-5 (последних выпусков „Родина" и „Искра")	1	55	63	0,12	„	„	„
Для радиотрансляционной сети 0,35ГД (Малютка")	0,35	4,3	53	0,12	„	„	„
ДГМ	0,15	1,2	41	0,23	„	„	„
ДГС	0,04	4,7	63	0,15	„	„	„
„Байкал", „Север"	0,2	4	57	0,16	„	„	„

ОБОЗНАЧЕНИЯ ЕМКОСТЕЙ КОНДЕНСАТОРОВ И ВЕЛИЧИН СОПРОТИВЛЕНИЙ НА ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ СХЕМАХ

Чтобы не загромождать принципиальные схемы, в большей части книги используется следующая общепринятая система сокращенных обозначений емкостей конденсаторов и величин сопротивлений.

Наименования единиц измерения емкостей и сопротивлений (*мкф*, *пф*, *ом*, *ком*, *мгом*) при числах на схемах, как правило, не ставятся.

Емкость конденсаторов от 1 до 9 999 *пф* обозначается целыми числами, соответствующими их емкости в этих единицах.

Емкость конденсаторов, начиная от 0,01 *мкф* (10 000 пикофарад) и выше обозначается в долях микрофарады или микрофарадах; если емкость конденсаторов равна целому числу микрофарад, то для отличия от обозначения емкости в пикофарадах после последней значащей цифры ставятся запятая и нуль.

Примеры обозначения емкостей конденсаторов:

C_1 20 соответствует $C_1 = 20$ *пф*
C_2 4 700 „ $C_2 = 4\,700$ *пф*
C_3 0,04 „ $C_3 = 0{,}04$ *мкф* (40 000 *пф*)
C_4 0,5 „ $C_4 = 0{,}5$ *мкф*
C_5 20,0 „ $C_5 = 20$ *мкф*

После обозначения емкости в микрофарадах или пикофарадах может быть поставлено рабочее напряжение конденсатора в вольтах.

Величины сопротивлений от 1 до 999 *ом* обозначаются целыми числами, соответствующими омам.

Величины сопротивлений от 1 до 999 *ком* обозначаются цифрами, указывающими число килоом с буквой *к*. Сопротивления большей величины выражаются в мегомах, причем если величина сопротивления равна целому числу мегом, то для отличия от обозначения величины сопротивлений в омах после цифры ставятся запятая и нуль.

Примеры обозначения величин сопротивлений[1]:

R_1 200 соответствует $R_1 = 200$ *ом*
R_2 56 *к* „ $R_2 = 56$ *ком* (56 000 *ом*)
R_3 1,5 *к* „ $R_3 = 1\,500$ *ом*
R_4 200 *к* „ $R_4 = 200\,000$ *ом* (0,2 *мгом*)
R_5 1,5 „ $R_5 = 1{,}5$ *мгом*
R_6 2,0 „ $R_6 = 2$ *мгом*

[1] Величины сопротивлений от 100 до 999 *ком* обозначают также в долях мегома без наименования (*мгом*), например: R_1 0,1 (0,1 *мгом*=100 *ком*); R_2 0,25 (0,25 *мгом*= = 250 *ком*).

СОДЕРЖАНИЕ

Приложения

14 р. 80 к.